

PLANEAMENTO E BALANCEAMENTO DE UMA LINHA DE MONTAGEM UNIVERSAL PARA FORMAÇÃO

Daniel Francisco Soares de Carvalho



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de
Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de
Computadores

Candidato: Daniel Francisco Soares de Carvalho, N° 1050751, 1050751@isep.ipp.pt

Orientação científica: Manuel Fernando dos Santos Silva, mss@isep.ipp.pt

Empresa: Grohe Portugal – Componentes Sanitários, LDA.

Supervisão: Virgílio Pinheiro, vpinheiro@grohe.pt



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

24 de Julho de 2012

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Grohe Portugal por ter disponibilizado o estágio, bem como ao Eng.º Manuel Silva pela oportunidade e confiança depositada na minha pessoa para a sua realização.

Gostaria também de agradecer, por todo o apoio dedicado à minha pessoa ao longo do estágio, ao Departamento da Engenharia e ao Departamento de Montagem da Grohe Portugal, sobretudo ao Eng.º Virgílio Pinheiro, Eng.º Nelson Cascais e Eng.º Celso Maia, bem como à equipa de *firewall* e aos afinadores por todos os ensinamentos e explicações para a realização deste trabalho.

Desejo ainda mostrar o meu apreço ao Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), por ter disponibilizado uma versão do SolidWorks para a realização do desenho da linha de formação em 3D, e ao Eng.º Sérgio Oliveira da Grohe Portugal, pelo auxílio prestado na sua elaboração.

Por último, um agradecimento especial a toda a minha família e amigos por todo o apoio e incentivo depositado na minha pessoa ao longo do meu estágio e na realização deste relatório.

Em suma, um enorme e sincero obrigado a todos os que direta, ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para o meu sucesso e para a realização deste trabalho.

Resumo

Este trabalho teve o intuito de criar uma linha de montagem universal através da qual será dada formação aos atuais operadores e a novos que possam vir a pertencer ao departamento de montagem na empresa Grohe Portugal.

Para tal era necessário saber realizar um estudo de métodos e um estudo de tempos sobre os vários processos existentes no departamento de montagem. Com esse intuito foi elaborada uma pesquisa sobre as referidas temáticas, onde ficou evidente a sua importância e a sua imprescindibilidade. Inicialmente houve também um acompanhamento das montagens dos produtos nas várias linhas, de forma a adquirir conhecimento sobre as características dos processos de montagem existentes no departamento.

Os pontos mais importantes durante o estudo de métodos e tempos realizado foram a definição de toda a estrutura do processo, das ferramentas e materiais a utilizar, não esquecendo a relação entre o operador e as suas ferramentas e a medição de tempos de todas as tarefas necessárias para cada processo de montagem. A linha de montagem, cujo projeto se desenvolveu, é composta por três bancadas e consiste num conjunto de postos de trabalho onde são executadas as operações através de máquinas, do trabalho humano, ou da sua conjugação, dispostos numa determinada sequência, sendo alguns deles amovíveis.

Para a realização e conclusão deste projeto foram superadas diversas etapas, sendo que as mais relevantes foram:

- a análise dos processos de montagem;
- estudo de tempos de todas as famílias de produtos a serem implementados na linha de formação;
- definição da estrutura da linha de montagem;
- definição das rampas e dos tubos de abastecimento da linha;
- desenho da linha de montagem em 3D no software SolidWorks.

Paralelamente foram também desenvolvidos estudos de tempos sobre alguns produtos com o intuito de serem implementadas melhorias, ou apenas para o controlo de tempos necessários para a realização das operações.

Por último, foi também elaborada uma recolha de ferramentas existentes no departamento de montagem para serem elaborados manuais de instruções das ferramentas fabricadas internamente, com o objetivo de obter a certificação OSHAS 180001 e de criar documentos com a listagem de materiais necessários para cada produto.

Palavras-Chave

Montagem, linhas de montagem, balanceamento, estudo de métodos e tempos, cronometragem, operadores, *layout*, abastecimento, posto de trabalho.

Abstract

This work had the goal/purpose of creating a universal assembly line through which professional/technical training shall be given to current and future operators of the assembly department of Grohe Portugal.

To that end it was necessary to know how to conduct a motion and time analysis of the several existing processes in the assembly department. With this intention a research about the referred themes was conducted, where it became evident its importance and its indispensability. Initially, there was also a follow-up of the products assembly in multiple lines, in order to gain knowledge about the characteristics of the existing assembly processes in the department.

The most important points during the held study of methods and times were the definition of the entire structure of the process, tools and materials to use, bearing in mind the relationship between the operator and its tools and the measurement of the times of all required tasks for each assembly process. The assembly line, whose project was developed, is composed by three benches and it consists in a set of workcells where the operations are carried out through machines, human work, or from their combination, arranged in a given sequence, being some of them removable.

For the achievement and completion of this project were surpassed several stages, being the most relevant ones:

- the analysis of the assembly processes;
- the study of standard times of all products families to be implemented at the training line;
- the definition of the structure of the assembly line;
- the definition of the ramps and of the supply tubes of the assembly line;
- the design of the assembly line in 3D on SolidWorks software.

At the same time were also developed time studies of some products in order to be implemented improvements, or just for monitoring the time necessary for the execution of the operations.

Finally, was also gathered a collection of the existing tools in the assembly department to create instruction manuals for the tools manufactured internally, with the goal of obtaining the certification OHSAS 180001 and to create documents with lists of the materials needed for each product.

Keywords

Assembly, assembly lines, balancing, motion and time analysis, timing, operators, layout, supply, workcell.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS.....	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. CALENDARIZAÇÃO	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	3
2. ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS E BALANCEAMENTO DE LINHAS	5
2.1. ESTUDO DOS MÉTODOS	5
2.1.1. DEFINIÇÃO DA TOPOLOGIA	6
2.1.2. A GESTÃO DA PRODUÇÃO E OS FLUXOS.....	7
2.1.3. CARATERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS	7
2.1.4. REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO.....	11
2.1.4.1. DIAGRAMA DE PROCESSO.....	12
2.1.4.2. DIAGRAMA HOMEM-MÁQUINA	15
2.2. CONDIÇÕES E INCENTIVOS DE TRABALHO	17
2.2.1. CONDIÇÕES DE TRABALHO	18
2.2.2. COMO MELHORAR OS MÉTODOS DE TRABALHO	20
2.2.3. INCENTIVOS DE TRABALHO.....	21
2.2.3.1. AUMENTOS SALARIAIS E PRÊMIOS POR PRODUÇÃO.....	21
2.2.3.2. TÉCNICAS MOTIVACIONAIS	24
2.3. ESTUDO DE TEMPOS	25
2.3.1. MÉTODOS DE MEDIDA DO TRABALHO	25
2.3.2. ESTUDO DE TEMPOS POR CRONOMETRAGEM	28
2.4. LINHAS DE PRODUÇÃO	32
2.4.1. BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO.....	33
2.4.1.1. OBJETIVOS DO BALANCEAMENTO	34
2.4.1.2. SEQUÊNCIA DOS CÁLCULOS.....	34
2.4.2. MÉTODOS HEURÍSTICOS.....	35

2.4.2.1.	MÉTODO HEURÍSTICO 1	36
2.4.2.2.	MÉTODO HEURÍSTICO 2	38
3.	ESTRUTURA E PROCESSO DE FABRICO DA GROHE PORTUGAL, SA.....	43
3.1.	GROHE PORTUGAL.....	43
3.2.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO	44
3.3.	MONTAGEM	54
3.3.1.	ESTRUTURA	55
3.3.2.	SINALIZAÇÃO VISUAL DAS LINHAS.....	57
3.3.3.	ABASTECIMENTO	58
3.3.4.	TEMPOS DISTRIBUTIVOS	62
3.3.5.	EQUIPA DE INSPEÇÃO DE LOTES - “FIREWALL”	66
3.3.6.	PRÉMIO DE DESEMPENHO DA MONTAGEM.....	69
4.	LINHA DE MONTAGEM UNIVERSAL PARA FORMAÇÃO.....	71
4.1.	ESTUDO DOS TEMPOS E BALANCEAMENTOS	73
4.1.1.	BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS CLÁSSICAS	73
4.1.2.	BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS BANHEIRAS/CHUVEIROS	79
4.1.3.	BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DOS LAVATÓRIOS/BIDÉS	93
4.1.4.	BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS COZINHAS	100
4.1.5.	BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS TERMOSTÁTICAS	107
4.2.	DEFINIÇÃO DA LINHA	115
4.2.1.	PRIMEIRA BANCADA	117
4.2.2.	SEGUNDA BANCADA	120
4.2.3.	TERCEIRA BANCADA.....	123
4.3.	PLANOS DE FORMAÇÃO	127
4.4.	PROCEDIMENTO DA FORMAÇÃO	127
4.4.1.	PRIMEIRO DIA	127
4.4.2.	SEGUNDO DIA	128
4.4.3.	TERCEIRO DIA.....	129
4.4.4.	QUARTO DIA.....	129
5.	OUTROS TRABALHOS REALIZADOS	133
5.1.	PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM DAS TORNEIRAS <i>RED AND BLUE</i>	134
5.1.1.	ESTUDO DE TEMPOS.....	134
5.1.2.	1ª PROPOSTA – ALTERAÇÃO DA GRAVAÇÃO	136
5.1.3.	2ª PROPOSTA – PEDIDO AO FORNECEDOR	137
5.1.4.	3ª PROPOSTA – REESTRUTURAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NA PRIMEIRA BANCADA	138
5.1.5.	4ª PROPOSTA – PROGRAMAÇÃO DO <i>DISPLAY</i> , MONTAGEM DA ALAVANCA E LIMPEZA NUMA BANCADA AO LADO DA BANCADA DO TESTE.....	139
5.1.6.	5ª PROPOSTA – PRÉ MONTAGEM DA MINI CAIXA.....	140
5.2.	PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM DOS CARTUXOS TERMOSTÁTICOS	141
5.2.1.	ESTUDO DE TEMPOS.....	142
5.2.2.	1ª PROPOSTA – TESTE DUPLO JUNTO DO 2º OPERADOR	143

5.2.3.	2ª PROPOSTA – TESTE DUPLO JUNTO DO 2º OPERADOR E TER 3 OPERADORES NA LINHA	145
5.2.4.	3ª PROPOSTA – DUAS LINHAS COM OPERADOR PARTILHADO.....	146
5.2.5.	ANÁLISE E DECISÃO FINAL DA PROPOSTA A IMPLEMENTAR	148
5.3.	LEVANTAMENTO DO MATERIAL EXISTENTE NA MONTAGEM	151
6.	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	153
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	157
	ANEXOS	159

Índice de Figuras

Figura 1	Tipos de implantação em função das séries de fabrico	8
Figura 2	Caraterização do processo em relação ao fluxo de materiais	9
Figura 3	Formas de relação com o cliente e respetivos tempos de resposta	10
Figura 4	Simbologia dos diagramas de processo	12
Figura 5	Exemplo de diagrama de processo	12
Figura 6	Simbologia completa para representação dos diagramas de processo	13
Figura 7	Exemplo de diagrama de encadeamento	14
Figura 8	Exemplo de diagrama homem-máquina	17
Figura 9	Exemplo de diagrama de grafos	33
Figura 10	Diagrama de precedências para o exemplo apresentado	36
Figura 11	Diagrama da alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 1	38
Figura 12	Diagrama de operações dividido em colunas para possibilitar a aplicação do método heurístico 2	39
Figura 13	Diagrama da alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 2	41
Figura 14	Fornalha onde são fundidos os materiais	44
Figura 15	Diagrama do processo de fundição	45
Figura 16	Triflex para maquinação de peças	46
Figura 17	Diagrama do processo de maquinagem	47
Figura 18	Robô a efetuar o polimento automaticamente	47
Figura 19	Operador a efetuar o lixamento manual do corpo	48
Figura 20	Máquina de polimento automático	49
Figura 21	Operador a realizar polimento manual	49
Figura 22	Diagrama do processo de lixamento/polimento	50
Figura 23	Corpos no processo da galvanização	51
Figura 24	Diagrama do processo da galvânica	52
Figura 25	Linha de montagem	52
Figura 26	Diagrama do processo de montagem	54
Figura 27	<i>Layout</i> do departamento de montagem da Grohe Portugal	56
Figura 28	Formato de uma linha de montagem em U	56
Figura 29	Sistema de sinalização das linhas de montagem	57
Figura 30	Equipamento de proteção individual obrigatório nas linhas de montagem	58
Figura 31	Abastecimento dos corpos nas linhas através de suspensões	58

Figura 32	Abastecimento dos corpos nas linhas em caixas plásticas	58
Figura 33	Estrutura dos dinâmicos	59
Figura 34	Etiqueta exemplo de identificação de componentes.....	60
Figura 35	Exemplos de dinâmicos existentes no departamento de montagem da Grohe	60
Figura 36	Exemplo de comboio de abastecimento existente na Grohe	61
Figura 37	Exemplo de carros de abastecimento manual.....	61
Figura 38	Tipo de processos existentes na montagem para cálculo dos tempos distributivos	63
Figura 39	Horários e percursos para a realização do estudo dos tempos distributivos.....	64
Figura 40	Resultados finais totais dos tempos distributivos da montagem	65
Figura 41	Resultados finais detalhados dos tempos distributivos da montagem.....	65
Figura 42	Diagrama do procedimento da equipa “ <i>firewall</i> ” durante o processo de inspeção dos produtos acabados	67
Figura 43	Taxas de rejeição de produtos pela equipa <i>firewall</i> ao longo do ano de 2011	67
Figura 44	Evolução dos tipos de defeitos encontrados pela equipa <i>Firewall</i> em 2011	68
Figura 45	Percentagens anuais de tipos de defeitos encontrados pela equipa <i>firewall</i> em 2011 ..	68
Figura 46	Produtos incluídos no projeto.....	72
Figura 47	Distribuição dos tempos do lavatório Avina	74
Figura 48	Distribuição dos tempos balanceados do lavatório avina para 2 operadores	75
Figura 49	Distribuição dos tempos balanceados do lavatório avina para 3 operadores	76
Figura 50	Distribuição dos tempos da Banheira Costa.....	77
Figura 51	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Costa para 2 operadores	78
Figura 52	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Costa para 3 operadores	78
Figura 53	Distribuição dos tempos da Banheira Smart/Style	79
Figura 54	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 3 operadores	80
Figura 55	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 2 operadores	81
Figura 56	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 4 operadores	82
Figura 57	Distribuição dos tempos do Chuveiro Smart/Style	83
Figura 58	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 3 operadores.....	84
Figura 59	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 2 operadores.....	84
Figura 60	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 4 operadores.....	85
Figura 61	Distribuição dos tempos da Banheira Essence	86
Figura 62	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 3 operadores	87
Figura 63	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 2 operadores	88
Figura 64	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 4 operadores	89
Figura 65	Distribuição dos tempos do Chuveiro Essence	90
Figura 66	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 3 operadores.....	91
Figura 67	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 2 operadores.....	91
Figura 68	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 4 operadores.....	92
Figura 69	Distribuição dos tempos do Lavatório Conceto	93

Figura 70	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 3 operadores	94
Figura 71	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 2 operadores	95
Figura 72	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 4 operadores	96
Figura 73	Distribuição dos tempos do Lavatório Style/Smart/Essence.....	97
Figura 74	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 3 operadores	98
Figura 75	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 2 operadores	98
Figura 76	Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 4 operadores	99
Figura 77	Distribuição dos tempos da Cozinha Baixa - Start.....	100
Figura 78	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 3 operadores ...	101
Figura 79	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 2 operadores ...	102
Figura 80	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 4 operadores ...	103
Figura 81	Distribuição dos tempos da Cozinha Alta - Style.....	104
Figura 82	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 3 operadores.....	105
Figura 83	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 2 operadores.....	105
Figura 84	Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 4 operadores.....	106
Figura 85	Distribuição dos tempos da Banheira Termostática Automil.....	107
Figura 86	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Termostática Automil para 2 operadores	108
Figura 87	Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Termostática Automil para 3 operadores	109
Figura 88	Distribuição dos tempos do Chuveiro Termostático Automil.....	110
Figura 89	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Automil para 2 operadores	111
Figura 90	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Automil para 3 operadores	112
Figura 91	Distribuição dos tempos do Chuveiro Termostático Rainshower	113
Figura 92	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower para 2 operadores	114
Figura 93	Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower para 3 operadores	114
Figura 94	Forma da linha de montagem para formação	116
Figura 95	Esquema da primeira bancada da linha de formação	117
Figura 96	Desenho da primeira bancada da linha de formação em 3D	118
Figura 97	Primeira bancada da linha de formação montada.....	118
Figura 98	Módulo amovível 1 para a primeira bancada	119
Figura 99	Módulo amovível 2 para a primeira bancada	120
Figura 100	Segunda bancada da linha de formação	120

Figura 101	Desenho da segunda bancada da linha de formação em 3D.....	121
Figura 102	Segunda bancada da linha de formação montada.....	122
Figura 103	Carrinho para o módulo das tampas dos manípulos.....	122
Figura 104	Terceira bancada da linha de formação.....	123
Figura 105	Desenho da terceira bancada da linha de formação em 3D.....	124
Figura 106	Terceira bancada da linha de formação montada	124
Figura 107	Desenho em 3D dos carros para a terceira bancada da linha de formação.....	125
Figura 108	Carros para a terceira bancada da linha de formação	125
Figura 109	Desenho em 3D da terceira bancada com um carro	126
Figura 110	Fotografia da terceira bancada com um carro	126
Figura 111	Inspeção visual e manuseamento de um corpo.....	128
Figura 112	Movimentação dos operadores no exercício da formação	130
Figura 113	Exemplo da distribuição dos operadores na linha	130
Figura 114	Distribuição dos tempos das torneiras da linha <i>Red and Blue</i>	135
Figura 115	Distribuição dos tempos balanceados das torneiras da linha <i>Red and Blue</i>	136
Figura 116	Posto de gravação a ser eliminado	137
Figura 117	<i>Display</i> e respetivo fio enrolado.....	137
Figura 118	Proposta para o envio do <i>display</i>	138
Figura 119	Postos finais da primeira bancada	138
Figura 120	Postos de trabalho da terceira bancada.....	140
Figura 121	Componentes da pré montagem	141
Figura 122	Cartuxo termostático	141
Figura 123	Linha de montagem dos cartuxos termostáticos.....	142
Figura 124	Distribuição dos tempos nas linhas de montagem dos cartuxos termostáticos	143
Figura 125	Distribuição dos tempos dos cartuxos termostáticos com teste duplo.....	144
Figura 126	Distribuição dos tempos linhas de montagem dos cartuxos termostáticos com teste duplo e 3 operadores na linha.....	145
Figura 127	Duas linhas numa com um operador partilhado	147
Figura 128	Distribuição dos tempos das linhas de montagem dos cartuxos termostáticos com duas linhas e um operador partilhado.....	147

Índice de Tabelas

Tabela 1	Calendarização das tarefas desenvolvidas ao longo do trabalho	3
Tabela 2	Cálculos do incentivo em grupo	23
Tabela 3	Operações da linha de montagem.....	35
Tabela 4	Listagem das operações da linha de montagem ordenadas pelo tempo de operação ...	37
Tabela 5	Alocação das operações aos postos de trabalho através do método heurístico 1	37
Tabela 6	Listagem das operações divididas em colunas para possibilitar a aplicação do método heurístico 2	40
Tabela 7	Alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 2	40
Tabela 8	Grupos das linhas de montagem do departamento de montagem	55
Tabela 9	Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Avina.....	76
Tabela 10	Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Costa.....	79
Tabela 11	Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Smart/Style	82
Tabela 12	Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Smart/Style	86
Tabela 13	Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Essence	89
Tabela 14	Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Essence	93
Tabela 15	Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Conceto	96
Tabela 16	Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Style/Smart/Essence	100
Tabela 17	Valores referentes aos balanceamentos da Cozinha Baixa - Start.....	103
Tabela 18	Valores referentes aos balanceamentos da Cozinha Alta - Style	107
Tabela 19	Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Termostática Automil.....	109
Tabela 20	Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Termostático Automil.....	112
Tabela 21	Valores referentes aos balanceamentos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower.....	115
Tabela 22	Valores referentes aos balanceamentos das torneiras Red and Blue	136
Tabela 23	Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 1ª proposta	144
Tabela 24	Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 2ª proposta	146
Tabela 25	Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 3ª proposta	148
Tabela 26	Análise comparativa das propostas estudadas e apresentadas.....	149
Tabela 27	Cálculo de custos.....	150

Acrónimos

ISEP	–	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MMAL	–	<i>Mixed Model Assembly Line</i>
MTM	–	<i>Methods Time Measurement</i>
MUAL	–	<i>Multi-model Assembly Line</i>
OSHAS	–	<i>Occupational Health and Safety Advisory Services</i>
SALB	–	<i>Single model Assembly Line</i>
SAP	–	Sistemas, Aplicativos e Produtos para processamento de dados
TPI	–	<i>Technical Product Information</i>

1. INTRODUÇÃO

Este documento pretende descrever o trabalho desenvolvido no âmbito da disciplina de Tese/Dissertação, realizado na empresa Grohe Portugal ao longo do presente ano curricular. A Grohe foi fundada em 1936 e encontra-se em Portugal desde 1996, possuindo atualmente uma unidade de produção no nosso País destinada ao fabrico de torneiras sanitárias. O principal trabalho desenvolvido passou pela criação de uma linha de formação para o seu departamento de montagem, minimizando assim o impacto negativo da falta de ritmo dos novos operadores, ou de operadores inexperientes, nos processos de montagem de determinados produtos quando inseridos numa linha.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho surgiu do desejo por parte da empresa Grohe Portugal, localizada em Albergaria-a-Velha, de otimizar as suas linhas de montagem, através de um estudo de métodos e tempos, e de criar uma linha de formação universal. A Grohe foi fundada em 1936 pelo Senhor *Friedrich Grohe* na Alemanha dedicando-se ao fabrico de torneiras sanitárias. Desde então, ao longo de todas estas décadas, a Grohe construiu continuamente a sua reputação de qualidade, sem rival, com um *design* superior e uma notável tecnologia. Em 1961 a sua internacionalização foi inevitável, acabando por chegar a Portugal em 1996. O crescimento contínuo do negócio, associado também ao crescimento do mercado,

justificou uma ampliação das instalações industriais em Portugal em 2004 na zona de Albergaria-a-Velha. A Grohe tem como objetivo assegurar a sua liderança de mercado com as melhores práticas de produção. Uma linha de formação vem ao encontro dessas melhores práticas, pois tem como objetivo principal facilitar a adaptação de novos operadores, ou operadores que até agora estiveram afetos à montagem de apenas uma gama restrita de produtos, às tarefas necessárias da montagem. Com a formação inicial nesta nova linha, quando estes operadores forem integrados numa linha de montagem não provocarão uma quebra de ritmo tão elevada, minimizando assim o impacto negativo da sua falta de ritmo e do seu envolvimento com as operações no *output*. Tendo em conta estas suas necessidades, a empresa Grohe Portugal propôs ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) a realização de um estágio curricular.

1.2. OBJETIVOS

A Grohe Portugal é composta por cinco grandes departamentos: a fundição, a maquinagem, o lixamento e polimento, a galvanica e, por último, a montagem. Todas as torneiras passam por estes cinco departamentos durante o seu processo de fabrico.

Este trabalho foi idealizado e realizado no departamento de montagem com o intuito de minimizar o impacto do procedimento da montagem ao nível dos processos e dos tempos, aquando da montagem de um determinado produto.

No âmbito do desenvolvimento deste trabalho foi necessária a realização de uma pesquisa sobre o balanceamento de linhas. Ao longo da mesma, foi possível verificar que para se efetuar um bom balanceamento existe uma grande variedade de características influentes, nomeadamente o fator de ritmo, o abastecimento, a relação homem e máquina, entre outras.

Tornou-se evidente a importância do estudo dos métodos, do estudo dos tempos, e a influência que estes têm no balanceamento. A aplicação de um conjunto de técnicas facilita a programação das operações, permitindo assim o estabelecimento e o cumprimento de prazos.

A eliminação e redução de tempos improdutivos é o principal objetivo no balanceamento de linhas de produção. A definição de um tempo padrão para cada operação efetuada num

processo produtivo é essencial para o balanceamento, pois permitirá determinar o tempo efetivo de produção.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

Neste ponto é apresentada a calendarização das tarefas desenvolvidas ao longo da realização deste trabalho, como se pode ver na Tabela 1. Destacam-se nesta tabela as medições de tempos, a elaboração dos planos de formação, o desenho da linha de formação em 3D e o acompanhamento da sua montagem como os principais trabalhos desenvolvidos.

Tabela 1 Calendarização das tarefas desenvolvidas ao longo do trabalho

Nome das etapas	Início	Fim	Outubro		Novembro			Dezembro			Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio			Junho								
			23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24
Estudo da documentação	24-10-2011	30-12-2011																																				
Acompanhamento das montagens nas várias linhas	31-10-2011	02-12-2011																																				
Acompanhamento dos afinadores	05-12-2011	30-12-2011																																				
Levantamento do material existente na montagem	07-12-2011	29-05-2012																																				
Medições de tempos	28-12-2011	30-05-2012																																				
Acompanhamento da equipa da firewall	04-01-2012	27-01-2012																																				
Elaboração dos planos de formação	23-01-2012	17-05-2012																																				
Planeamento da estrutura da linha de formação	30-01-2012	29-03-2012																																				
Estudo de tempos para melhorias na linha dos cartuxos termostáticos	30-01-2012	10-02-2012																																				
Estudo das linhas <i>Red and Blue</i>	19-03-2012	14-04-2012																																				
Desenho da linha em 3D	03-04-2012	29-05-2012																																				
Acompanhamento da montagem da linha	16-04-2012	30-06-2012																																				
Elaboração do relatório	02-01-2012	30-06-2012																																				

- Estudo e pesquisa sobre os diversos temas necessários
- Trabalho realizado para a criação da linha de formação
- Trabalho realizado para o cumprimento do Decreto-Lei nº 103/2008 com o intuito de obter a certificação OSHAS 180001
- Trabalho realizado para análise de propostas de melhorias
- Elaboração do relatório

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Ao longo deste documento são explicados todos os estudos elaborados, seguidos de uma proposta de implementação de processos, sendo cada capítulo referente a um dos temas. Como tal, este documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

- No Capítulo 2, denominado “Estudo de Métodos e Tempos e Balanceamento de Linhas”, é feita uma introdução e explicação ao estudo dos métodos e ao estudo dos tempos e sobre as técnicas de balanceamento de linhas;
- No Capítulo 3, denominado “Estrutura e Processo de Fabrico da Grohe Portugal, SA”, é feita uma análise ao seu historial e uma descrição sobre todo o seu processo de fabrico, destacando sobretudo o seu departamento de montagem.
- No Capítulo 4, denominado “Linha de Montagem Universal Para Formação”, é apresentada a estrutura da linha de montagem para formação, todos os balanceamentos necessários para a linha, os planos de formação e o seu desenho em 3D.
- No Capítulo 5, denominado “Outros Trabalhos Realizados”, são apresentados outros trabalhos desenvolvidos que passaram por uma análise e um estudo de tempos nalgumas linhas de montagem, com o intuito de apresentar propostas de possíveis alterações que terão um impacto positivo nas linhas em relação ao seu tamanho, ao seu tempo de ciclo e ao seu fluxo, e por um levantamento de material e ferramentas existentes no departamento da montagem.
- Por último, no Capítulo 6 intitulado “Conclusões e Perspetivas de Desenvolvidos Futuros”, são apresentadas as conclusões de todo o trabalho desenvolvido e algumas ideias possíveis para desenvolvimentos futuros do trabalho realizado.

2. ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS E BALANCEAMENTO DE LINHAS

Neste capítulo é feita uma breve introdução aos temas estudo de métodos, estudo de tempos e balanceamento de linhas. É analisado também um exemplo de um balanceamento, que é resolvido através de dois métodos heurísticos alternativos.

2.1. ESTUDO DOS MÉTODOS

O estudo dos métodos tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios [1] [2]. Todos os esforços ao nível humano que não contribuem em nada para a produção têm uma elevada importância no estudo dos métodos. A execução de tarefas desnecessárias leva a um cansaço e desgaste desnecessário por parte do operador. No planeamento é importante a definição de toda uma estrutura do processo, das ferramentas e materiais a utilizar, não esquecendo a relação entre o operador e as suas ferramentas. O desenvolvimento de novos métodos de trabalho tem como objetivo corrigir e melhorar hábitos de trabalho, criando a

melhor combinação possível entre eles, com o intuito de obter uma melhor produção. O método define uma sequência de acontecimentos, ou seja, é um conjunto de movimentos realizados num conjunto de determinadas operações. O melhor método é o mais simples, rápido, económico, o menos fatigante para o operador e o que oferece as melhores garantias ao nível da qualidade, do produto, do material e da segurança pessoal. Nesta área, existem fatores inerentes ao seu estudo tais como os fatores económicos, técnicos e humanos.

Segundo Meyers [1], o estudo dos movimentos oferece um grande potencial de poupança em qualquer área de esforço humano.

2.1.1. DEFINIÇÃO DA TOPOLOGIA

Comparando variados processos produtivos, pode-se verificar que, por vezes, existe uma relativa diversidade de características entre eles, o que faz com que sejam identificados, analisados e projetados de forma diferente [3]. Agrupar produtos, tendo em consideração as suas semelhanças e as suas diferenças, é benéfico para quando se pretende elaborar uma análise.

Para sistemas de produção caracterizados por um ou dois tipos de produto com volumes bastante elevados, é de esperar uma elevada produtividade, tendo uma sistematização forte das operações, uma elevada especialização do equipamento, um baixo peso dos armazenamentos, uma baixa qualificação dos operadores, uma baixa complexidade de gestão e, por último, uma baixa flexibilidade. Caso exista uma grande diversidade de produtos fabricados em pequenos volumes, as características anteriormente apresentadas são totalmente invertidas, e o processo é flexível de forma a satisfazer as necessidades do cliente.

A topologia utilizada é também condicionada pela natureza e atributos dos produtos. Tendo em consideração o exemplo dado anteriormente, no primeiro caso existe uma maior necessidade de uma especialização superior dos meios de produção em relação aos produtos. No segundo caso existe uma maior necessidade de mão-de-obra especializada e uma universalidade dos equipamentos, aumentando assim a eficiência em ambos os processos produtivos.

2.1.2. A GESTÃO DA PRODUÇÃO E OS FLUXOS

Nos dias de hoje a gestão de fluxos é inerente à gestão de produção [4]. Os principais tipos de fluxos num sistema produtivo estão agrupados em dois grupos:

- Fluxos físicos: que estão relacionados com a circulação de matérias primas, materiais, ferramentas, componentes, peças de reparação e substituição, circulação de produtos acabados, entre outros;
- Fluxos de informação: que estão relacionados com ordens de fabrico, controlo de encomendas, estados do produto, controlo, consumos de materiais, entre outros.

O domínio de todos estes fluxos é fundamental para obter o sucesso pretendido no produto final, de maneira a satisfazer as necessidades do cliente. Com esse intuito é necessário:

- Simplificar os fluxos físicos: eliminando operações que não geram valor;
- Fazer fluir de forma acelerada os fluxos físicos: com manutenção preventiva, diminuição dos tempos necessários para *setups*, polivalência dos operadores, parcerias com fornecedores e distribuidores;
- Criar um sistema de informação de gestão da produção: através do diálogo permanente com as pessoas envolvidas entre todo o processo produtivo.

2.1.3. CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS

As classificações dos principais processos de uma dada produção podem ser feitas segundo os seguintes fatores [3]:

- Implantação

De acordo com este fator os processos são classificados em relação à disposição física estabelecida para os recursos necessários, tais como espaços, homens, máquinas entre outros. A disposição física estabelecida é designada por tipologia da planta, ou do sistema produtivo.

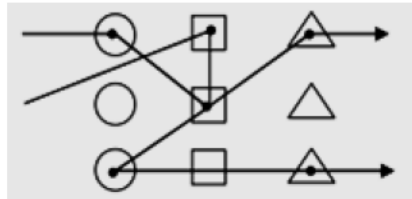
Na figura 1 [3] podem-se visualizar os tipos mais comuns de implantação em função das séries de fabrico.

Implantação por produto ou em linha - Quantidade de produção elevada



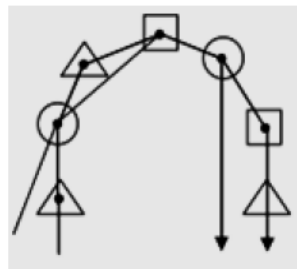
- Grandes quantidades
- Variedade de artigos é pequena ou nula
- Gamas operatórias iguais

Implantação por processo ou oficina de fabrico - Quantidade de produção baixa



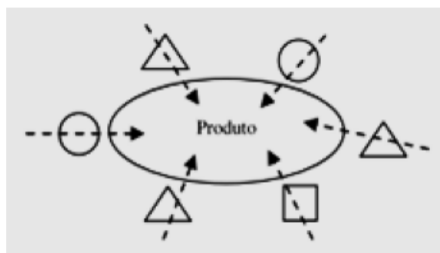
- Pequenas quantidades
- Elevada variedade de artigos
- Gamas operatórias distintas

Implantação em célula de fabrico - Quantidade de produção média



- Médias quantidades
- Média variedade de artigos
- Gamas operatórias semelhantes

Implantação por projeto - Quantidade de produção igual a 1



- Quantidade Unitária (normalmente)
- Produto único (normalmente)
- Gama operatória a do produto

Processos: ○ □ △ Fluxo do Produto: → Fluxo de Materiais: - - - - - →

Figura 1 Tipos de implantação em função das séries de fabrico

- Fluxo de materiais

Todo o processo pode ser caracterizado de duas formas em relação ao fluxo de materiais: produção contínua, que se baseia numa produção em que o produto não

sofre esperas, ou produção intermitente, na qual o produto sofre algumas esperas ao longo de todo o processo produtivo. Na figura 2 [3] apresenta-se uma breve comparação entre ambas.

Factores	Produção Contínua	Produção Intermitente
Equipamento	Padronizado e Complexo	Flexível e Universal
Processamento em cada momento	Todas/quase todas as operações sobre o mesmo produto	Uma ou poucas operações por produto
Nº de ordens de fabrico executadas simultaneamente	Baixo	Elevado
Entradas no sistema	Constante	Variável
Sequência de operações	Única	Múltiplas
Quantidade produzidas de cada artigo	Elevada	Baixa ou unitária
Condições de trabalho	Elevada normalização do método	Frequentemente variáveis
Planeamento	Estável	Variável
Exemplos	Montagem de automóveis, refinarias, controlo de segurança de passageiros	Alfaiate, hospitais, estruturas de construção soldada.

Figura 2 Caraterização do processo em relação ao fluxo de materiais

- Quantidades produzidas

Para produções de série constante existe um processo único [3]. O armazenamento intermédio é inexistente e as operações são inteiramente sucessivas. O *output* gerado por este tipo de produção é um *output* contínuo. Devido à elevada interligação entre as operações, pois estas não se podem desenvolver isoladamente, proporciona-se um equilíbrio correto entre as mesmas. Este processo não é flexível devido ao fato de existir um elevado grau de especialização. Ao nível de exemplos práticos, referem-se as centrais hidroelétricas, refinarias, entre outros.

Para produções de grandes séries existe uma baixa diversidade de produtos produzidos em grande escala. Neste tipo de processo já é patente o armazenamento, devido a esperas causadas pela ocupação de meios de produção que estarão ocupados com outros produtos. A especialização é, por vezes, uma tendência mantida pelos meios de produção e em algumas fases do processo produtivo surgem linhas com sequências operatórias estáveis e com as exigências de equilíbrio de um fluxo contínuo. Nas grandes séries, em comparação com a série constante, existe uma flexibilidade

ligeiramente superior. Este é um tipo de processo que se pode ver implementado, por exemplo, numa produção automóvel e em alguma indústria têxtil.

Para produções de pequenas séries existe um grande volume de armazenamento intermédio, devido ao uso de meios de produção universais, que devido à sua taxa de ocupação originam períodos de espera. Estes são processos bastante flexíveis e, como exemplos, tem-se a construção de máquinas especiais.

Para produções unitárias é necessária uma coordenação de todas as entradas em todo o processo. A execução de todo o processo tem um impacto muito forte na organização e um risco muito elevado uma vez que todos os recursos utilizados apenas se destinam a uma quantidade unitária. Como a produção é unitária não existe uma separação entre as atividades produtivas diretas e as funções indiretas no ponto de vista do planeamento, pois é tudo gerido como um sistema global. Como exemplo tem-se o desenvolvimento e gestão de protótipos.

- Relação com o cliente

Um dos principais fatores relacionados com o ciclo produtivo é a relação com o cliente [4]. O tempo de resposta ao cliente será tanto menor quanto menor for a envolvimento do cliente na produção do produto, como se pode ver na figura 3 [3].

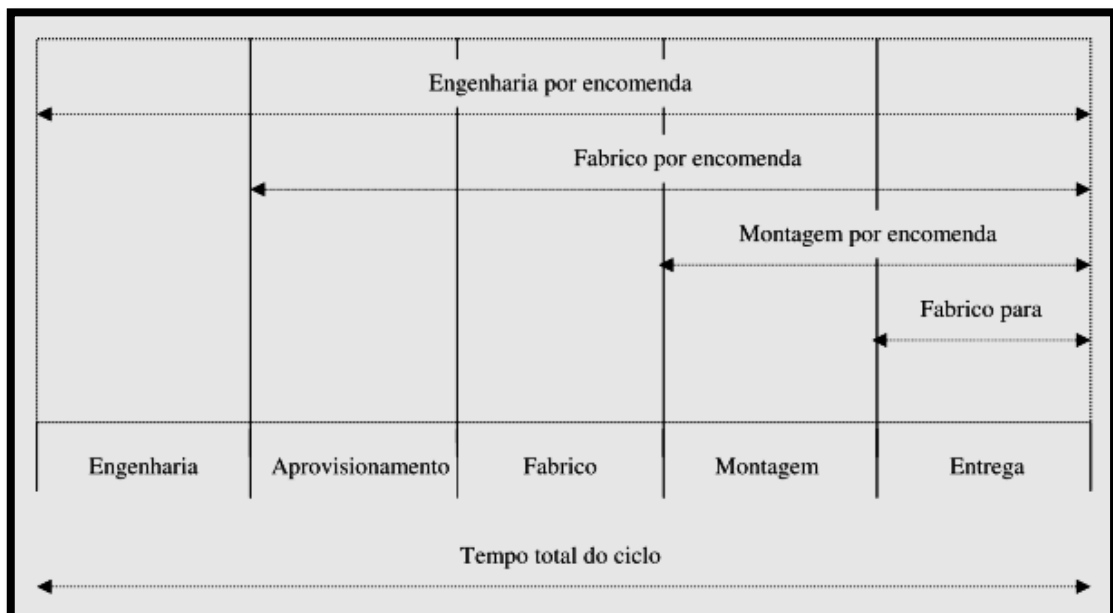


Figura 3 Formas de relação com o cliente e respetivos tempos de resposta

Como se pode ver na figura 3, existem quatro formas de relação com o cliente, cada uma com o seu respetivo tempo de resposta:

- Engenharia por encomenda: a produção é iniciada após um firme compromisso com o cliente. É um tipo de produção desejável para a empresa pois não acarreta custos de *stock*. As especificações são fornecidas praticamente na totalidade pelo cliente e a empresa concebe, aprovisiona, fabrica, monta e entrega a encomenda feita pelo cliente.
- Fabrico por encomenda: é um tipo de produção desejável para a empresa pois também não acarreta custos de *stock* para a empresa. No seguimento do pedido do cliente a empresa apenas aprovisiona, fabrica, monta e entrega a encomenda feita pelo cliente.
- Montagem por encomenda: neste tipo de produção, são produzidos pequenos módulos básicos que são posteriormente montados em função das encomendas feitas pelos clientes. Neste tipo de encomendas a empresa fornece um catálogo com uma variedade de opções.
- Fabrico para *stock*: os produtos adquiridos pelos clientes foram produzidos previamente pela empresa. Com este tipo de produção a empresa poderá tirar algumas vantagens em certos casos como, por exemplo, quando o tempo de fabrico seja superior ao prazo de entrega, ou no caso de se pretender produzir em grande quantidade, diminuindo assim os custos totais necessários inerentes à produção.

2.1.4. REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO

Num sistema de produção, um processo é composto por um conjunto de entradas (*inputs*) que serão transformadas em saídas (*outputs*) [3]. Os *inputs* são divididos em cinco grupos: materiais, mão-de-obra, capital, energia e informação. Os *outputs* poderão ser bens ou serviços e até mesmo entradas de um determinado processo ou processos existentes a jusante.

No fundo, um processo é um conjunto de atividades, ligadas por fluxos, que transformam um conjunto de entradas num conjunto de saídas de maior valor. Essa transformação é baseada em operações, controlos, transportes, fluxos e armazenamentos, tanto de materiais, como de informação.

2.1.4.1. DIAGRAMA DE PROCESSO

O diagrama de processo é um método que possibilita descrever e representar todo um processo de fabrico, através de uma determinada simbologia. Através deste método é possível representar graficamente a sucessão das operações, dos armazenamentos, dos controlos, dos transportes e dos fluxos durante todo o processo. Na figura 4 [3] encontra-se a legenda da simbologia necessária à representação dos diagramas de processo.

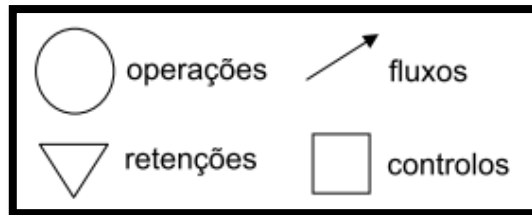


Figura 4 Simbologia dos diagramas de processo

Um sistema produtivo é representado por um grande retângulo. Na figura 5 [3] pode-se visualizar um exemplo de um diagrama de processo, no qual o fluxo de informação se encontra a traço interrompido.

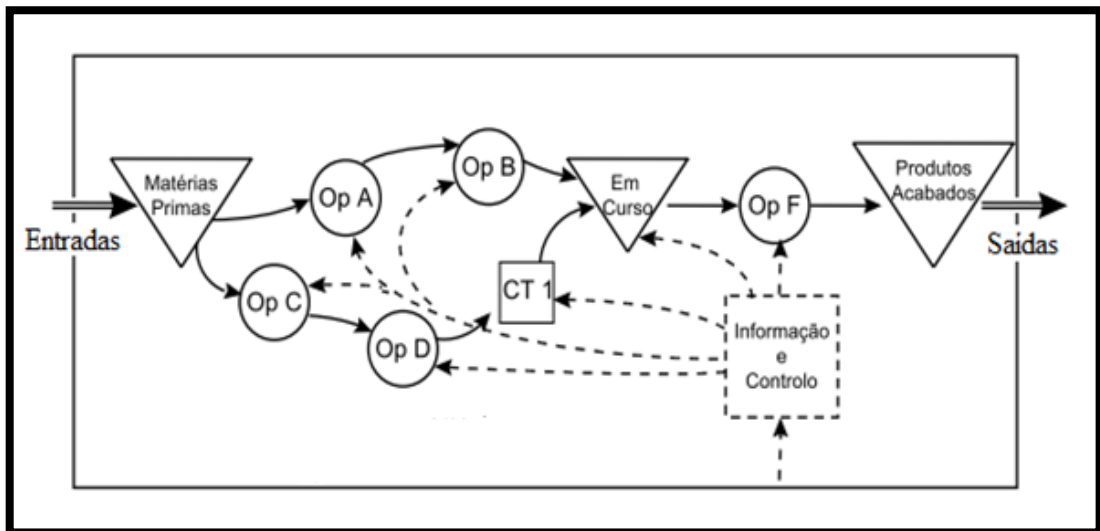


Figura 5 Exemplo de diagrama de processo

Neste exemplo, as operações A e C são realizadas em paralelo. Após a operação A estar finalizada é iniciada a B e após a C estar finalizada é iniciada a D. O resultado obtido no final da operação B é retido, e o resultado obtido na operação D sofre um controlo. Após

este controlo, ambos possibilitam a operação F. Após esta operação, é obtido o produto acabado e este é armazenado.

Esta simbologia facilita e simplifica a compreensão de todo um processo produtivo; contudo pode-se ter uma simbologia ainda mais detalhada, como se pode observar na figura 6 [3].

Actividade Básica	Actividade Específica	Símbolo	Significado
Operação de Transformação		○	Alteração da forma ou outras características do material, obtenção de produto semi-acabado ou produto em via de fabricação.
Transporte ou Manuseamento		⇒	Troca de lugar do material, produto acabado ou produto semi-acabado.
Inspeção	Conferência de materiais	□	Contagem e conferência de materiais ou comparação de produtos de acordo com as suas especificações.
	Inspeção / controlo de qualidade	◇	Teste e inspecção visual de materiais componentes ou produtos por comparação com qualidades standard que permitem avaliar a existência de defeitos nos produtos fabricados.
Retenção	Armazenagem	▽	Acumulação agendada ou programada de materiais, componentes ou produtos.
	Atraso	D	Acumulação não esperada de materiais, componentes ou produtos.
Actividades Combinadas (exemplos)		⊗	Operação com controlo de Qualidade.
		▽	Armazenagem com transporte

Figura 6 Simbologia completa para representação dos diagramas de processo

Por vezes o diagrama de processo aparece com algumas variantes na sua representação, sendo uma delas o diagrama de encadeamento. Neste tipo de diagrama é possível

identificar todas as atividades, os respectivos tempos necessários para a sua execução, e toda a estrutura da produção. Na figura 7 [3] apresenta-se um exemplo de um diagrama de encadeamento, no qual as atividades de armazenamento e de fluxo estão subentendidas pelas ligações entre as restantes atividades.

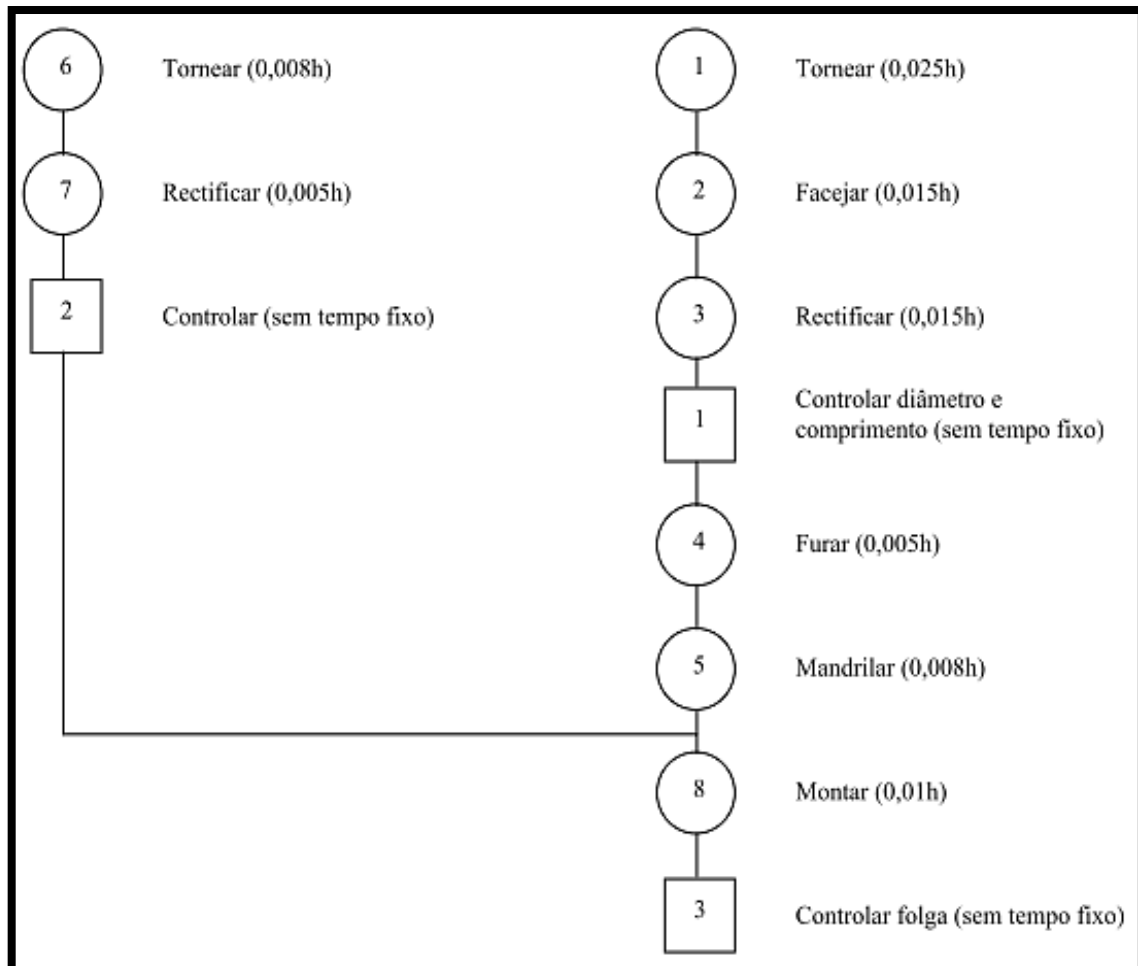


Figura 7 Exemplo de diagrama de encadeamento

Tanto no diagrama de processo, como no diagrama de encadeamento, encontra-se patente grande parte da informação necessária para a identificação de todas as atividades necessárias no processo produtivo.

Por vezes vários produtos poderão utilizar um mesmo conjunto de recursos. Nestes casos é oportuno ter uma única representação num diagrama de processo, com o intuito de determinar parâmetros de desempenho do próprio sistema de forma a minimizar os recursos necessários.

2.1.4.2. DIAGRAMA HOMEM-MÁQUINA

O diagrama homem-máquina representa a relação temporal entre o ciclo de trabalho das máquinas, de um determinado posto de trabalho, e o ciclo de trabalho do operador associado a esse mesmo posto de trabalho, com o intuito de analisar e identificar potenciais alterações a serem implementadas, de forma a originar melhorias na eficiência e no equilíbrio entre ambos os ciclos [5].

Normalmente, dependendo das situações, as máquinas necessitam de um operador que efetue as operações de assistência, para que posteriormente a máquina possa trabalhar de forma independente. Enquanto a máquina trabalha de forma independente, durante uma fase do seu ciclo de operação, o operador fica livre para a realização de outras tarefas, como, por exemplo, na assistência de uma segunda máquina.

Através de um diagrama homem-máquina é possível analisar um posto de trabalho composto por um operador e N máquinas e determinar o número ideal de máquinas para um operador, durante um determinado ciclo de trabalho.

Num posto de trabalho as relações homem-máquina podem ser de três tipos:

- serviço síncrono;
- serviço aleatório;
- combinação de serviço síncrono e aleatório.

O tipo de serviço abordado neste trabalho é o serviço síncrono, pois é o mais utilizado nos dias de hoje. No serviço síncrono o comportamento do homem e da máquina repete-se temporalmente, sendo desejável a ocupação total do homem e da máquina durante todo o tempo de ciclo. Caso todas as máquinas sejam iguais, o número de máquinas (N), o tempo do operador (To) e o tempo da máquina (Tm), são dados pelas equações 1, 2 e 3, respectivamente **Erro! A origem da referência não foi encontrada.:**

$$N = \frac{l + m}{l + w} \quad (1)$$

$$To = N \times (l + w) \quad (2)$$

$$Tm = l + m \quad (3)$$

Sendo:

- m – Tempo do funcionamento automático da máquina;

- l – Tempo de serviço do operador por máquina;
- w – Tempo de deslocamento do operador de máquina para máquina.

Caso o valor do número de máquinas obtido não seja inteiro, este pode ser arredondado por defeito ou por excesso. Se for arredondado por defeito o tempo de ciclo das máquinas será o *bottleneck*; caso seja arredondado por excesso o *bottleneck* será o tempo de ciclo do operador. Essa decisão é feita de acordo com o que apresentar um menor custo unitário por peça. O custo unitário por peça ($C_{unitpeça}$) poderá ser calculado pela equação 4 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.:**

$$C_{unitpeça} = \frac{C_{pt}}{N_{peças}} \quad (4)$$

Sendo:

- C_{pt} – Custo do posto de trabalho por ciclo;
- $N_{peças}$ – Número de peças realizadas por ciclo.

Quando o tempo de ciclo das máquinas é o *bottleneck*, substituindo variáveis e supondo que em cada ciclo cada máquina produz uma única peça, o custo unitário poderá ser calculado pela equação 5 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.:**

$$C_{unitpeça} = \frac{HH \times (l + m) + N \times (l + m) \times HM}{N} \quad (5)$$

Sendo:

- HH – Custo do homem por hora;
- HM – Custo da máquina por hora.

Quando o tempo de ciclo do operador é o *bottleneck*, o custo unitário poderá ser calculado pela equação 6 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.:**

$$C_{unitpeça} = HH \times (l + w) + N \times (l + w) \times HM \quad (6)$$

Na figura 8 [6] pode-se visualizar um exemplo de um diagrama homem-máquina para um posto de trabalho composto por um homem e duas máquinas. Um operador carrega cada uma das máquinas em dois minutos e descarrega-as num minuto. O tempo de operação de cada máquina é de quatro minutos. O operador ganha dez euros por hora e a máquina representa um custo de quarenta e dois euros e meio por hora. Na figura 8 pode-se também ver o tempo de ciclo e os valores dos custos inerentes ao exemplo apresentado.

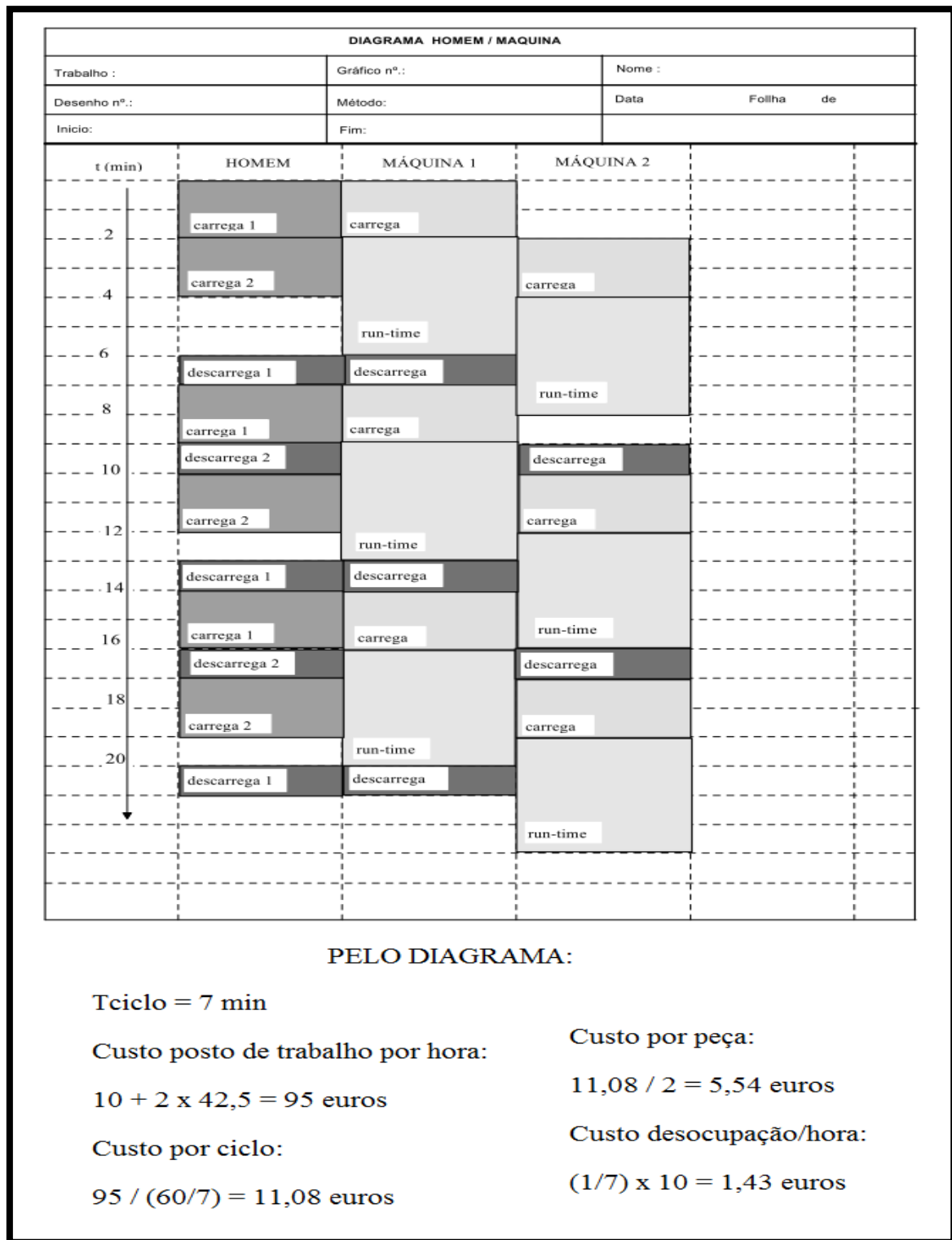


Figura 8 Exemplo de diagrama homem-máquina

2.2. CONDIÇÕES E INCENTIVOS DE TRABALHO

Nos dias de hoje as empresas/organizações dependem cada vez mais dos seus funcionários [7]. Contudo, nem sempre os objetivos de ambos são coincidentes; por vezes acabam

mesmo por ser opostos como, por exemplo, na situação de redução de custos vs. aumento salarial. Todavia, se os funcionários estiverem entrosados com os objetivos da empresa e estiverem preocupados em aumentar a sua produtividade, a empresa é afetada positivamente na sua competitividade. O problema é que normalmente os métodos de trabalho que mais desagradam aos funcionários são aqueles que, por norma, originam uma maior produtividade.

Se uma organização preferir frequentemente dar uma maior atenção a problemas imediatos e deixar de lado questões como conforto e segurança no trabalho comete um erro bastante grave. Os postos de trabalho devem ter as devidas condições, de maneira a que os funcionários possam executar o conjunto de trabalhos, divididos de acordo com certos critérios, num ambiente produtivo e eficiente.

Cada vez mais as necessidades psicológicas desempenham também um papel importante. O funcionário desempenhará com certeza melhor o seu trabalho se souber que poderá ganhar algo mais.

2.2.1. CONDIÇÕES DE TRABALHO

O posto de trabalho, que designa o local onde um operário exerce a sua atividade através de determinados meios que contribuem para o progresso da produção, pode ser categorizado de duas formas [5]:

- posto manual de trabalho: onde o operário executa as suas operações com ferramentas manuais;
- posto mecanizado de trabalho: onde o operário conduz uma determinada máquina.

A sua disposição deve ter em consideração certas economias de movimentos, tempos de reflexão e procura, e o conforto do operador a todos os níveis. A economia de movimentos contribui para uma melhor eficiência no posto de trabalho. O posto de trabalho deve estar estruturado de maneira a permitir ao operador ser eficaz, eficiente e reduzir a sua fadiga. A economia de movimentos pode ser feita através de três grupos de ações, frequentemente designados princípios da economia dos movimentos [1] [2]:

- Uso do corpo humano:
 - as duas mãos devem começar e terminar os movimentos simultaneamente;
 - as duas mãos não devem estar paradas ao mesmo tempo (exceto em períodos de descanso);

- os movimentos dos braços devem ser feitos em direções simétricas e opostas simultaneamente;
 - os movimentos mais simples devem ser efetuados pelas mãos e pelo corpo, caso assim seja possível;
 - usar a energia cinética de forma a facilitar e a ajudar o operador, caso não exija um esforço muscular;
 - usar movimentos suaves e contínuos das mãos em vez de movimentos em linha reta, que envolvem mudanças de direção bruscas;
 - os movimentos balísticos são mais rápidos, mais fáceis e mais precisos do que movimentos controlados;
 - o trabalho deve ser organizado de forma a permitir ao operador ter um ritmo o mais natural possível;
 - deve ser evitada a fixação do olhar.
- Organização do local de trabalho:
 - todas as ferramentas se devem encontrar num local fixo e definido;
 - todas as ferramentas e materiais devem estar próximas do local de utilização;
 - usar abastecimento por gravidade e próximo do local de uso;
 - usar entregas por queda sempre que possível;
 - localizar previamente os materiais e as ferramentas de maneira a permitir uma melhor sequência de movimentos;
 - providenciar iluminação, aquecimento e ventilação adequados;
 - colocar a altura da mesa/bancada e do assento (caso se aplique) de forma a dar um maior conforto ao operador;
 - providenciar um assento que permita uma boa postura para o operador.
- Desenho de ferramentas, dispositivos e equipamentos:
 - libertar a carga de trabalho manual, caso seja possível efetuar essa mesma operação, obtendo alguma vantagem, utilizando algum acessório comandado pelo pé;
 - combinar, sempre que possível, duas ou mais ferramentas;
 - pré-posicionar as ferramentas e todos os materiais com o intuito de reduzir os movimentos de busca, de encontro e de seleção tanto quanto possível;
 - distribuir a carga em cada dedo de acordo com a capacidade a eles inerente;

- dispor alavancas, barras e volantes manuais para que o operador possa facilmente manipulá-los com movimentos reduzidos e com a máxima vantagem mecânica.

2.2.2. COMO MELHORAR OS MÉTODOS DE TRABALHO

Na análise do processo produtivo deve-se ter um pensamento e uma postura crítica [8]. Devem ser colocadas constantemente questões tais como: “Porque é que se deve fazer esta operação?”, “Quem deve fazê-la?”, “Como deve ser feita?”, “Quando deve ser feita?”, “Onde deve ser feita?”. Estas questões podem ser subdivididas em questões ainda mais específicas e detalhadas, dentro de três áreas [8]:

- Quanto à operação:
 - o produto pode ser simplificado?
 - devem/podem ser usados materiais mais baratos?
 - a operação poderá ser simplificada através da redução de movimentos?
 - a sequência é a melhor possível?
- Quanto ao lugar:
 - é conveniente executar esta operação num posto diferente?
 - a ventilação é adequada?
 - a temperatura ambiental é adequada ao homem e ao processo?
 - os materiais estão a um nível adequado?
 - é possível posicionar as peças antes da operação?
 - o posto de trabalho tem espaço para manter um determinado *stock* dos materiais necessários para as operações a um nível de utilização desejável?
- Quanto ao equipamento:
 - o equipamento encontra-se em boas condições?
 - a máquina está ajustada convenientemente?
 - poderiam ser estudadas outras ferramentas para esta operação?
 - as ferramentas de apoio são as mais necessárias?
 - é possível substituir movimentos manuais?

O operário é um dos elementos mais importantes pois é quem melhor conhece o processo, e a sua opinião também deve ser tomada em conta, estudando obviamente numa fase posterior a viabilidade das suas sugestões.

2.2.3. INCENTIVOS DE TRABALHO

Quando as operações são de rápida execução e repetitivas, tendem a gerar algum descontentamento, absentismo e baixa produtividade, apesar destas terem como principal objetivo o aumento da eficácia do trabalhador.

Fatores como supervisão adequada, salários justos, boas condições de trabalho e condições ambientais são imprescindíveis para a satisfação dos operadores. Contudo, apenas a existência destes fatores não promovem satisfação por si - a sua ausência é que acaba por promover a insatisfação. Pelo contrário, fatores como oportunidade de autorrealização, reconhecimento pela dedicação e qualidade no trabalho, possibilidade de desenvolvimento pessoal e profissional promovem a satisfação dos operadores.

2.2.3.1. AUMENTOS SALARIAIS E PRÉMIOS POR PRODUÇÃO

Uma das opções para motivar os funcionários, até com bastantes efeitos positivos, passa por aumentos salariais e prémios por produção. Estes incentivos podem ser calculados de duas maneiras: individualmente ou em grupo [1]. Existem várias formas de calcular estes incentivos, apresentando-se de seguida apenas algumas.

Os incentivos individuais são usados quando não existe uma ligação entre operadores. Os incentivos individuais são bons motivadores e são mais facilmente compreendidos do que os incentivos de grupo, devido ao facto dos operadores possuírem assim um maior controlo dos seus objetivos do que se estivessem perante incentivos de grupo, pois recebem a sua comissão dependendo apenas do seu trabalho.

Num incentivo individual à peça o operador ganha um montante por cada peça produzida. No exemplo que se segue é pretendido saber o montante que um operador ganha por peça, caso ganhe 96 euros/dia, isto é 12 euros/hora (8 horas de trabalho diário), e tenha como número *standard* 800 peças/dia, ou seja 100 peças/hora:

$$\frac{12 \text{ euros/hora}}{100 \text{ peças/hora}} = 0,12 \text{ euros/peça} \quad (7)$$

Assim, se num dia fizer 1050 peças, ganhará:

$$1050 \times 0,12 = 126,00 \text{ euros} \quad (8)$$

O que corresponde a 30 euros de prémio nesse mesmo dia.

Uma outra forma de calcular o incentivo individual é o operador ganhar um valor por peça, até ao número de peças *standard*, e um outro valor superior quando começa a exceder o número de peças *standard*. Este método incentiva ainda mais uma produção sempre superior a 100%. No exemplo seguinte o operador que ganhava 0,12 euros/peça, até ao número de peças *standard* (800 peças), a partir daí ganha 0,20 euros /peça. Considerando então que num dia faz 1050 peças, o valor que ele ganhará pode ser calculado pela expressão 9.

$$800 \times 0,12 + (1050 - 800) \times 0,20 = 146,00 \text{ euros} \quad (9)$$

Verifica-se que é um incentivo ainda maior para o operador, pois a partir do número mínimo *standard* de peças o valor ganho por peça aumenta.

O incentivo seguinte assegura sempre um salário base ao operador e se, por exemplo, na sua última hora de trabalho não estiver a produzir mas sim a fazer um trabalho indireto, como uma manutenção preventiva, é-lhe acrescentada uma hora de produção por essa hora. A título de exemplo considera-se um operador com as mesmas características do anterior, que em 7 horas de trabalho produziu 800 peças e na última hora esteve a fazer uma manutenção preventiva. Neste caso o operador irá receber o valor *Vrecebido*, correspondente ao número de horas de trabalho das peças que produziu (*Hganhas*), indicado na equação 10, mais o valor da hora gasta na manutenção preventiva (*Hmanut*), expresso pela equação 11:

$$Hganhas = \frac{800 \text{ peças}}{100 \text{ peças/hora}} = 8 \text{ horas} \quad (10)$$

$$Vrecebido = (Hganhas + Hmanut) \times 12 \text{ euros} = 9 \times 12 = 108 \text{ euros} \quad (11)$$

Os incentivos de grupo são mais adequados em situações onde existe uma ligação entre operadores, ou seja, onde eles dependem uns dos outros para realizarem as suas operações e atingirem os seus objetivos, tendo como princípios o trabalho em equipa e a entreajuda. Um dos possíveis incentivos de grupo funciona com base nos 50/50, ou seja 50% do prémio é dividido pelos empregados e 50% fica para a empresa [1]. No seguinte exemplo uma empresa é composta por 50 empregados que têm como objetivo produzir 100 peças por dia (8 horas de trabalho), isto é:

$$\frac{50 \text{ empregados}}{100 \text{ unidades produzidas}} = 4 \text{ horas unidade} \quad (12)$$

Caso os seus funcionários produzam mais serão recompensados com um bónus cujo valor é calculado tendo em consideração apenas as horas correspondentes a esses produtos produzidos a mais. Na tabela 2 encontram-se todos os valores calculados, sendo os cálculos feitos da seguinte forma:

1. quantidade de unidades produzidas (apenas unidades boas);
2. valor de horas *standard* por unidade;
3. número de horas que deveriam demorar a produzir segundo o valor *standard*;
4. número de horas que efetivamente demoraram a produzir;
5. horas de bónus: número de horas que efetivamente demoraram a produzir menos o número de horas que deveriam demorar a produzir, com base no valor *standard* existente;
6. valor correspondente a 50% das horas de bónus;
7. média das bases salariais por hora de todos os operadores (este valor normalmente é um valor constante ou com muito poucas variações);
8. valor total de bónus para os operadores: multiplicação do valor correspondente a 50% das horas de bónus e da média das bases salariais por hora de todos os operadores;
9. valor do bónus por hora a cada operador: divisão do valor total de bónus para os operadores pelo número de horas que efetivamente os operadores demoraram a produzir.

Tabela 2 Cálculos do incentivo em grupo

		Seg.	Ter.	Qua.	Qui.	Sex.
1.	Unidades produzidas	100	110	100	110	115
2.	× Standard horas/unidade	4	4	4	4	4
3.	= Horas supostamente trabalhadas	400	440	400	440	460
4.	– Horas realmente trabalhadas	408	400	384	384	376
5.	= Horas de bónus	---	40	16	56	84
6.	× 50%	---	20	8	28	42
7.	× Média bases salariais por hora	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
8.	= Montante do bónus	---	140	56	196	294
9.	/ Horas realmente trabalhadas = € bónus/hora	---	0,35	0,15	0,51	0,78

Uma outra forma de atribuir um incentivo de grupo passa pela medição da produtividade baseada num rácio base entre o custo total envolvido na produção e o valor total produzido [1]. No exemplo seguinte uma empresa estipulou um valor de rácio base de 8%, ou seja, os operadores chegariam ao prémio se o custo da produção fosse menor que 8%, em relação

ao valor total produzido. Se numa semana foram produzidos 600 000 euros e os gastos inerentes à sua produção foram de 42 500 euros, o valor do rácio (R) pode ser calculado através da equação 13:

$$R = \frac{42\,500 \text{ euros}}{600\,000 \text{ euros}} = 0,07 = 7\% \quad (13)$$

Na semana em consideração os operadores irão obter o prémio pois o rácio obtido é de apenas 7%. Para um rácio de 8%, numa produção de 600 000 euros, o valor que deveria ter sido gasto pode ser obtido através da equação 14:

$$600\,000 \times 0,08 = 48\,000 \text{ euros} \quad (14)$$

O saldo obtido é calculado através da equação 15:

$$48\,000 - 42\,500 = 5\,500 \text{ euros} \quad (15)$$

Deste montante 50%, ou seja 2 750 euros, será para a empresa e os outros 50% serão divididos pelo número de horas trabalhadas pelos operadores. Supondo que foram necessárias 6 071 horas de trabalho, o valor extra que cada operador ganhará de bónus por hora nessa mesma semana é calculado através da equação 16:

$$\frac{2\,750 \text{ euros}}{6\,071 \text{ horas}} = 0,45 \text{ euros/hora} \quad (16)$$

2.2.3.2. TÉCNICAS MOTIVACIONAIS

Aumentos salariais e prémios por produção poderão não ser a única medida aplicada eternamente. São necessárias outras formas de incentivo e motivação para com os funcionários, designadas por técnicas motivacionais [7].

As técnicas aqui abordadas têm como principal objetivo alterar a forma de executar o trabalho de forma a torná-lo mais atraente, podendo ser divididas em duas áreas de atuação:

- Aumento da variedade do trabalho
 - ampliação do trabalho: é dada ao operador uma maior quantidade da tarefa total, que contudo não exigirá deste uma maior habilidade do que aquela exigida anteriormente, tratando-se assim de um aumento horizontal da carga de trabalho para o operador;
 - rotação do trabalho: os operadores trocam periodicamente as suas funções entre si com o intuito de se entrosarem mais em todo o processo, de conhecer as diversas

áreas da empresa e de criar um bom ambiente entre as várias áreas ou setores da empresa. Uma outra vantagem será em caso de um pico numa determinada área ou sector poderem facilmente colocar nessa área outros operadores, pois já se encontram por dentro do processo devido à experiência adquirida anteriormente;

- enriquecimento do trabalho: os operadores têm um aumento da carga vertical do seu trabalho, devido ao aumento do seu envolvimento no planeamento e na coordenação das tarefas, proporcionando assim um crescimento na sua área de conhecimento.

- **Duração do trabalho**

Relativamente à duração do trabalho, esta técnica passa pela flexibilização dos horários de trabalho de forma a que o operador tenha a possibilidade de programar e distribuir as suas próprias horas de trabalho. Contudo, esta técnica tem a desvantagem da necessidade de coordenação de várias atividades, sendo que vários operadores terão de se apresentar ao mesmo tempo para o trabalho.

2.3. ESTUDO DE TEMPOS

O estudo dos tempos das operações é fundamental para a melhoria na produção. Através de uma decomposição das operações é possível economizar tempos, eliminando movimentos desnecessários e fundindo movimentos úteis, que acrescentam valor ao produto final. Fred Meyers [1] afirma que Taylor é o “Pai do Estudo do Tempo” pois foi o primeiro a usar um cronómetro para estudar o trabalho. Contudo existem outros métodos para o estudo dos tempos.

Para Barnes [2] o estudo dos tempos é a premissa básica para a determinação do balanceamento de uma linha. Todas as fases do estudo dos tempos determinam o que uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando a um ritmo normal, gasta para executar uma determinada tarefa. O estudo de tempos tem como principais finalidades padronizar programas de produção, fornecer dados para a determinação do custo padrão, estimar o custo de um novo produto ou de melhorias e fornecer dados para o balanceamento de linhas de produção [8].

2.3.1. MÉTODOS DE MEDIDA DO TRABALHO

Para proceder ao estudo dos tempos existe um conjunto de métodos de medida do trabalho, dos quais se referem os seguintes [9]:

- Auto estimativa

Na auto estimativa são registados, pelo próprio trabalhador, os tempos consumidos num determinado trabalho. É um método normalmente utilizado nos serviços, onde as atividades são codificadas e agrupadas e as horas de início e fim de cada atividade são anotadas pelo trabalhador, sendo estabelecido um tempo padrão, com um grau de exatidão reduzido. É um método simples, que não necessita de elevado grau de formação por parte dos trabalhadores; contudo, não considera atrasos obtidos nas recolhas de dados bem como algumas ineficiências.

- Registos de dados históricos

O registo de dados históricos passa pela contagem dos valores dos produtos efetuados durante atividades consistentes de um dado departamento, pessoa ou centro, ou seja, é a divisão do total das unidades de saída pelo tempo necessário para a sua produção. É um método simples, que facilita o cálculo do tempo padrão, mas é também pouco preciso pois o ritmo do trabalhador não é tomado em conta. É um método útil para o desenvolvimento de estudos de tempos em trabalhos complicados.

- Amostragem

Na amostragem são efetuadas observações aos trabalhadores em instantes de tempo aleatórios, nas quais é determinado o processo (de um grupo de processos pré-estabelecidos) que no momento estão a realizar. Este procedimento é repetido em todos os pontos de observação, várias vezes, pois são necessárias um elevado número de observações. Todos os registos, no final de todas as observações, irão equivaler a uma percentagem do tempo final de toda a produção. Este é um método bastante utilizado para avaliar tempos produtivos e não produtivos.

- Tempos *standard*

No método dos tempos *standard* existe uma base de dados com a duração de operações elementares. Normalmente estas são operações repetitivas, não sendo assim necessário medir repetidamente os mesmos tempos em diferentes trabalhos. Este método acaba por permitir a avaliação e a reformulação dos processos existentes, com a poupança de um estudo de tempos, pois os tempos padrão são obtidos através dessa

base de dados. Se todos os tempos necessários para um novo produto estão disponíveis como tempos *standard*, somando-os obtém-se o seu tempo padrão correspondente.

- Tempo de movimentos pré-determinados

A determinação dos tempos padrão através do método dos tempos de movimentos pré-determinados baseia-se na soma dos tempos necessários para realizar um conjunto de movimentos básicos, aos quais se podem reduzir todos os trabalhos. No caso do *Methods Time Measurement* (MTM) os sete movimentos básicos são os seguintes:

- Alcançar;
- Segurar;
- Mover;
- Rodar;
- Aplicar pressão;
- Posicionar;
- Desligar.

Para definir o tempo padrão através deste método é necessário repartir cada elemento do trabalho nos seus movimentos básicos, atribuir um grau de dificuldade a cada movimento básico, atribuir os tempos parciais necessários através da tabela dos tempos pré-determinados, somar os tempos para obter o tempo normal e, por último, aplicar um fator de tolerâncias obtendo assim um tempo padrão.

- Cronometragem

A cronometragem, desenvolvida inicialmente por Taylor [2], é a técnica mais usada para a medição do trabalho em tarefas breves e repetitivas. Para a elaboração de um estudo de tempos por cronometragem é necessário cumprir os seguintes passos:

- obter informação de todo o processo;
- dividir o trabalho em elementos;
- cronometrar e registar os tempos de cada elemento;
- avaliar o ritmo do operador;
- considerar as tolerâncias permitidas;
- calcular o tempo padrão.

Na subsecção seguinte encontra-se uma descrição mais profunda de todo o processo do estudo de tempos por cronometragem.

2.3.2. ESTUDO DE TEMPOS POR CRONOMETRAGEM

A cronometragem tem como principal finalidade a determinação do tempo padrão de uma operação através de um conjunto de tempos cronometrados. A leitura dos tempos é realizada através de um cronómetro, o qual poderá ser acumulativo ou não. Na cronometragem é determinada a quantidade de tempo necessária para cada operação, através de medições da duração das suas operações elementares [8].

Para a realização de um estudo de tempos por cronometragem é necessário cumprir um conjunto de etapas. Essas etapas, que facilitam o processo de cronometragem, são as seguintes:

- Etapa 1: obter informações sobre as operações e os operadores em estudo;

Em primeiro lugar é extremamente importante analisar todo o processo a ser medido. Essa análise passa tanto pelas operações como pelo operador. Informações sobre a experiência do operador naquelas operações, sobre a padronização dessas mesmas tarefas, sobre como devem ser realizadas as tarefas, sobre a variabilidade do funcionamento dos equipamentos, sobre as condições de trabalho (se são satisfatórias ou não), tudo isso influenciará o resultado final de uma cronometragem [10].

- Etapa 2: dividir as operações nos seus elementos e registar uma descrição completa do processo;

As operações devem ser divididas em operações elementares [9]. As operações elementares, além de outros benefícios, permitem ao analista analisar e identificar os erros, descrevem todo o processo através da sua listagem e da listagem dos seus tempos, permitem uma diferenciação na avaliação do ritmo de trabalho (pois é suscetível a variações entre operadores na mesma operação, ou entre operações para o mesmo operador), permitem a separação das operações em que o ritmo seja marcado e controlado por uma máquina e não pelo operador e facilitam a análise caso algumas operações elementares não sejam repetidas em todos os ciclos e caso algumas sejam semelhantes em trabalhos diferentes. Uma outra razão é a possibilidade desses tempos serem catalogados em dados *standard* para trabalhos futuros. Na divisão das operações em operações elementares convém que estas não tenham uma duração tão curta que não permita a sua medição convenientemente, e que não tenham uma duração tão longa que provoquem uma alta variabilidade. As operações do operador devem ser separadas das operações da máquina. No caso de existirem operações constantes estas

devem ser diferenciadas das operações variáveis e devem ser garantidos os seus pontos de medida (pontos visuais ou ruídos). O início e o final das operações elementares deve ser facilmente identificável.

- Etapa 3: observar e registar o tempo gasto pelo operador nas operações elementares;

A observação e o registo das medições podem ser efetuadas de duas formas: através de uma leitura contínua ou de uma leitura repetitiva. Na leitura contínua o cronómetro começa a sua contagem no início da primeira operação e regista-se o tempo ao final de cada operação. A duração de cada operação é obtida pelo tempo total no seu final, subtraído pelo tempo final da operação anterior. Na leitura repetitiva no final de cada operação o cronómetro reinicializa a contagem (ou seja vai a zero) obtendo-se assim no momento um valor para a duração total da operação cronometrada. Os resultados devem ser registados em formulários específicos [10].

- Etapa 4: determinação do número de ciclos a serem cronometrados;

A dimensão das amostras depende de três fatores: da variabilidade dos tempos, da precisão desejada e do nível de confiança que se pretende para a medição efetuada [7] [9]. Quanto maior importância estes fatores tiverem, isoladamente ou em conjunto, maior será a dimensão da amostra. Normalmente este valor é determinado de duas formas:

- pela via prática, na qual o analista pára quando sente confiança nos resultados obtidos;
- pela via estatística, na qual o analista emprega métodos estatísticos de amostragem. Neste caso, e após terem sido cronometrados entre dez a quinze ciclos, deve-se calcular o número de ciclos a medir. Nos valores cronometrados os tempos de ciclo muito altos ou muito baixos devem ser ignorados, pois provavelmente representam dados mal cronometrados/registados ou dados que foram originados devido a anomalias raras.

Para o cálculo do número de ciclos é utilizada a distribuição normal, sendo considerado habitualmente um intervalo de confiança de 95%. A equação 17 permite efetuar o cálculo do número de ciclos a medir:

$$N = ((Z \times \sigma) \div (A \times X'))^2 \quad (17)$$

Sendo:

- N – Número de ciclos a medir;
- Z – Valor da curva normal determinado pelo grau de confiança pretendido para o estudo;
- σ – Desvio padrão das observações já realizadas;
- A – Precisão pretendida para o resultado final;
- X' – Valor médio das observações já realizadas.

O valor da curva normal (Z), determinada pelo grau de confiança pretendido (que é normalmente de 95%), tem o valor de 1,96 e pode ser obtido através da tabela da distribuição normal calculando previamente o valor cumulativo através da equação 18:

$$Z \rightarrow 1 - \frac{(1 - 0,95)}{2} = 0,975 \quad (18)$$

O desvio padrão das observações já realizadas (σ) pode ser calculado através da equação 19:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N'}}{N' - 1}} \quad (19)$$

Sendo:

- σ – Desvio padrão das observações já realizadas;
- N' – Número de ciclos já medidos;
- X_i – Valor da cronometragem obtido em cada ciclo medido.

- Etapa 5: avaliar o ritmo do operador;

A cada operação realizada deve ser atribuído um fator de ritmo em percentagem [9], que relaciona o ritmo de trabalho do operador com o ritmo de um operador normal. Esta avaliação é efetuada pelo cronometrista, no momento do registo dos tempos, através da comparação do ritmo do trabalhador com o seu próprio conceito de ritmo normal.

Quando um trabalhador desempenha as operações a um ritmo normal, é-lhe atribuído um fator de ritmo de 100%; caso as desempenhe a um ritmo inferior ou superior é-lhe atribuída uma percentagem inferior ou superior à normal, respetivamente. Um ritmo normal é aquele que permite ao operador efetuar todas as operações a esse mesmo ritmo sem nenhum cansaço excessivo.

- Etapa 6: determinação do tempo de ciclo;

O tempo de ciclo (T_c) representa o tempo médio necessário para o operador executar as operações a ele destinadas, podendo ser calculado pela equação 20.

$$T_c = \frac{\sum \text{Tempo}}{N^{\circ} \text{ de ciclos}} \quad (20)$$

- Etapa 7: determinar tolerâncias/concessões;

As tolerâncias representam a percentagem de tempo médio de trabalho que é permitida para atrasos que são inevitáveis. Existem três tipos de tolerâncias [1] [2]:

- pessoais;
- fadiga;
- espera.

As tolerâncias pessoais dependem das necessidades fisiológicas e das pausas normais durante um dia de trabalho. As tolerâncias de fadiga representam as pausas programadas para descanso e recuperação do operador. Por último, as tolerâncias de espera devem-se a pausas para manutenções corretivas e a paragens de equipamentos. Este estudo deve ser feito através de uma amostragem de trabalho, na qual os trabalhadores são observados em instantes aleatórios, de forma a verificar em que atividades se encontram envolvidos:

- atividades de trabalho normais;
- atrasos inevitáveis;
- atrasos evitáveis;
- intervalos.

A razão entre os tempos de atraso inevitáveis e o tempo médio de trabalho é a percentagem de tempo que é necessário acrescentar ao tempo médio de trabalho de forma a obter posteriormente um tempo padrão (T_p). Se as tolerâncias (Tol) forem consideradas como sendo uma percentagem do tempo total podem ser calculadas através da equação 21:

$$Tol = \frac{1}{1 - \%Atotal} \quad (21)$$

Se as tolerâncias forem consideradas como sendo uma percentagem do tempo de trabalho podem ser calculadas através da equação 22:

$$Tol = 1 + \%Atrabalho \quad (22)$$

- Etapa 8: determinar o tempo padrão de cada operação;

O valor do tempo padrão corresponde à quantidade de tempo necessário para a realização de uma determinada operação, por um operador utilizando um determinado método de trabalho [11]. Este tempo inclui o tempo necessário para a execução das várias operações, bem como as margens permitidas para atrasos (as tolerâncias). O valor do tempo padrão (Tp) é calculado pela multiplicação do tempo de ciclo (Tc), pelo fator de ritmo (Fr) e pela tolerância, como se mostra na equação 23.

$$Tp = (Tc \times Fr) \times Tol \quad (23)$$

2.4. LINHAS DE PRODUÇÃO

Uma linha de produção consiste num conjunto de postos de trabalho dispostos numa determinada sequência [12]. Um posto de trabalho é o local onde são executadas as operações através de máquinas, do trabalho humano, ou da sua conjugação. Cada linha tem um intervalo de tempo denominado tempo de ciclo, que corresponde à quantidade de tempo entre a saída de duas unidades sucessivas na mesma linha.

A sequência necessária entre as várias operações é previamente idealizada e definida, bem como o seu tempo de execução na gama operatória. Normalmente, as relações de precedência são representadas através de grafos. Os grafos são compostos por nós que representam as operações e por arcos que representam as precedências.

Na figura 9 [13] tem-se um exemplo de um diagrama de grafos que define uma sequência operatória. Como se pode ver, por exemplo a operação C só pode ser realizada quando as operações B e E estiverem concluídas, assim como a operação E só pode ser executada quando a D estiver concluída. Estas operações devem ser distribuídas pelos postos de trabalho, de forma a que as relações de precedência sejam cumpridas.

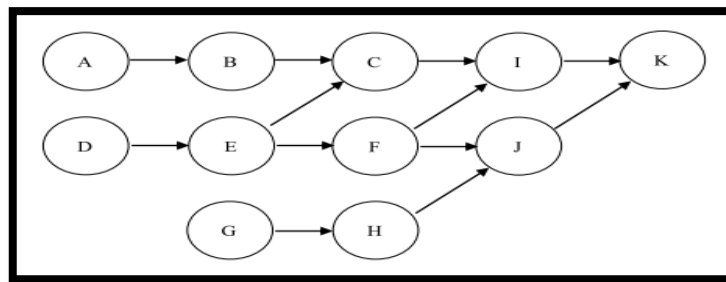


Figura 9 Exemplo de diagrama de grafos

Cada posto de trabalho poderá ter um ou vários operadores [13] que poderão realizar várias operações, completamente manuais, bem como com suporte de ferramentas especializadas. O balanceamento de uma linha tem como objetivo primordial a distribuição da carga de trabalho pelos vários postos de trabalho. Normalmente um posto de trabalho é ocupado por um único operador, que poderá realizar uma ou mais operações.

Cada produto tem um tempo necessário para a sua produção [12]. Esse tempo, o tempo total de produção, é a soma dos tempos de todas as operações que compõem a gama operatória em cada posto de trabalho. O maior dos tempos de trabalho de todos os postos, será o que vai definir o intervalo de tempo com que os itens a produzir são inseridos na própria linha de montagem.

As linhas de montagem podem ser categorizadas em três tipos, tendo em consideração o número de modelos de produtos que poderão ser produzidos. Caso uma linha apenas produza um único modelo esta é classificada por Linha de Produção de Modelo Único ou *Single model Assembly Line* (SALB). Se a linha produzir vários modelos simultaneamente é designada por Linha de Produção Mista ou *Mixed Model Assembly Line* (MMAL). Por último, caso a linha produza vários modelos, sendo produzidos um de cada vez, estamos perante uma Linha de Produção Múltipla ou *Multi-model Assembly Line* (MUAL).

2.4.1. BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO

O balanceamento pode ser aplicado a uma linha de produção ou a uma linha de montagem [14]. O balanceamento tem como principais finalidades a melhoria da produtividade, da eficiência, o aumento da produção, a melhoria do *layout*, o aproveitamento máximo do homem e da máquina e a manutenção de um bom ritmo de trabalho. O trabalho na linha deve ser dividido em tempos iguais de forma ordenada, tendo em consideração todas as precedências, com o intuito de estabelecer um tempo de ciclo, ou seja, o intervalo de tempo

que existe entre a saída de duas peças consecutivas no final da linha. Em todos os postos de trabalho, e em qualquer linha, existem sempre tempos perdidos, o que impede a possibilidade de se obter uma eficiência de 100%. Ao nível das operações [13], os tempos das máquinas não poderão ser alterados, contudo o mesmo não acontece em relação aos tempos dos operadores. Os tempos dos operadores, por norma, são tempos mais variáveis, o que faz com que sejam mais flexíveis ao balanceamento. Quando um novo produto vai ser produzido, todas as operações necessárias devem ser estudadas e definidas previamente pela engenharia de processo, tendo em consideração a sua duração e a sua sequência.

2.4.1.1. OBJETIVOS DO BALANCEAMENTO

Num balanceamento as soluções obtidas devem ser analisadas e avaliadas segundo um ou vários objetivos previamente estabelecidos de acordo com as necessidades [12]. Esses objetivos passam pela:

- minimização do número de postos de trabalho (N_{pt}), para uma determinada produção referente a um horizonte temporal;
- minimização do tempo de ciclo (T_c), para um determinado número fixo de postos de trabalho (maximização da taxa de produção);
- maximização da eficiência (E_f), tendo em consideração todas as restrições ao nível operatório e ao nível da produção;
- minimização dos custos, para um determinado *output*;
- maximização dos lucros (diferença entre receitas e custos).

2.4.1.2. SEQUÊNCIA DOS CÁLCULOS

O balanceamento de uma linha segue um conjunto de passos que devem ser cumpridos numa determinada sequência [14]:

- 1º passo: determinação da sequência das operações a realizar, tomando em consideração todas as suas precedências;
- 2º passo: determinação do tempo de ciclo (T_c) necessário, para uma determinada produção desejada, através da equação 24;

$$T_c = \frac{\text{Tempo de produção diário}}{\text{Número de peças produzidas diariamente}} \quad (24)$$

- 3º passo: determinação do número mínimo teórico de postos de trabalho (N_{pt}) através da equação 25, de forma a cumprir o tempo de ciclo;

$$N_{pt} = \frac{\sum \text{tempos das operações}}{T_c} \quad (25)$$

- 4º passo: atribuição das operações ao primeiro posto, até este atingir um tempo total próximo ao tempo de ciclo sem o exceder (repetir este passo para os postos seguintes);
- 5º passo: avaliação da eficiência (E_f) da linha através da equação 26;

$$E_f = \frac{\sum \text{tempos das operações}}{N_{pt} \times T_c} \quad (26)$$

- 6º passo: cálculo da folga (F) da linha através da equação 27;

$$F = N_{pt} \times T_c - \sum \text{tempos das operações} \quad (27)$$

2.4.2. MÉTODOS HEURÍSTICOS

Na prática, utilizam-se frequentemente métodos heurísticos para o balanceamento. Neste trabalho são abordados e aprofundados apenas dois dos variados métodos heurísticos existentes. Estes métodos heurísticos são aplicados ao exemplo seguinte [15] que consiste numa empresa que, no seu setor de montagem, pretende montar um produto cujos tempos das operações e respectivas precedências se encontram apresentados na tabela 3.

Tabela 3 Operações da linha de montagem

Operação	Tempos de operação (min)	Operações precedentes
1	0,2	-
2	0,4	-
3	0,7	1
4	0,1	1, 2
5	0,3	2
6	0,11	3
7	0,32	3
8	0,6	3, 4
9	0,27	6, 7, 8
10	0,38	5, 8
11	0,5	9, 10
12	0,12	11

Para poder satisfazer as previsões de vendas estimadas, a empresa necessita que a linha de montagem monte 420 unidades diariamente, tendo em conta o funcionamento num turno diário de 7 horas. Na figura 10 pode-se visualizar o diagrama de precedências.

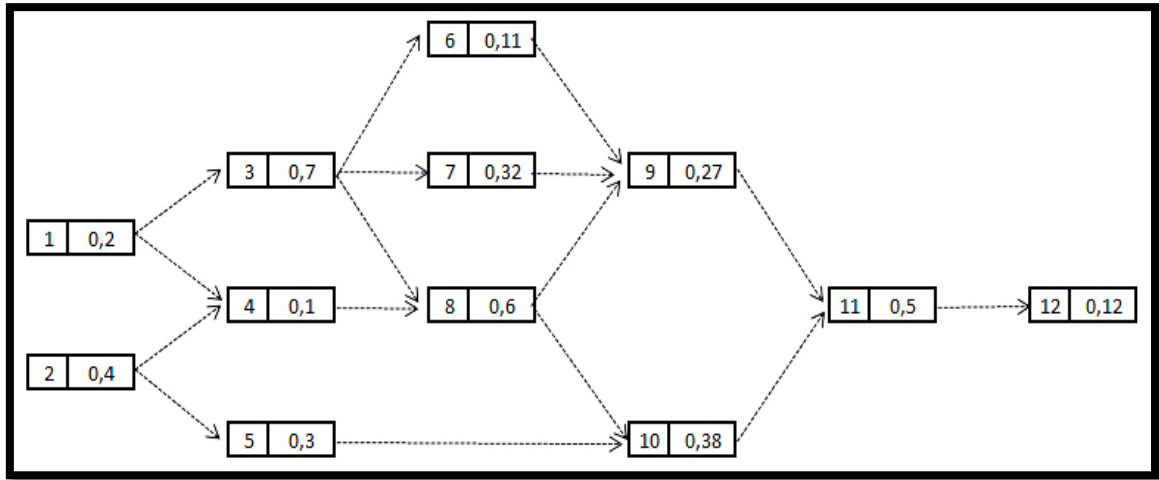


Figura 10 Diagrama de precedências para o exemplo apresentado

Inicialmente é necessário calcular o tempo de ciclo (T_c) (através da equação 28) e o número mínimo de postos de trabalho (N_{pt}) (através da equação 29) para este caso.

$$T_c = \frac{7 \times 60}{420} = 1 \text{ min} \quad (28)$$

$$N_{pt} = \frac{(0,2 + 0,4 + 0,7 + 0,1 + 0,3 + 0,11 + 0,32 + 0,6 + 0,27 + 0,38 + 0,5 + 0,12)}{1} = 4 \quad (29)$$

Conhecidos T_c e N_{pt} , segue-se a resolução do balanceamento através da aplicação dos métodos heurísticos.

2.4.2.1. MÉTODO HEURÍSTICO 1

No primeiro método heurístico as operações são ordenadas pelos seus tempos de operação e depois distribuídas pelos postos de trabalho até se atingir o tempo de ciclo. A distribuição das operações pelos postos de trabalho é feita da seguinte forma:

- passo 1: ordenar as operações por ordem decrescente do tempo de operação (se a última operação tiver a maior duração, deverá estar no topo da lista);
- passo 2: atribuir as operações a um posto até atingir o tempo de ciclo (respeitando sempre as precedências);
- passo 3: repetir o passo 2 para todos os postos de trabalho.

Na tabela 4 encontram-se as operações ordenadas por ordem decrescente do tempo de operação; esta tabela serve de base para efetuar as alocações das operações a cada posto de trabalho.

Tabela 4 Listagem das operações da linha de montagem ordenadas pelo tempo de operação

Operação	Tempos de operação (min)	Operações precedentes
3	0,7	1
8	0,6	3, 4
11	0,5	9, 10
2	0,4	-
10	0,38	5, 8
7	0,32	3
5	0,3	2
9	0,27	6, 7, 8
1	0,2	-
12	0,12	11
6	0,11	3
4	0,1	1, 2

Em primeiro lugar procura-se na tabela 4 qual a operação de maior duração e que não tem precedentes, sendo essa a primeira a ser alocada ao posto de trabalho 1. De seguida procura-se qual a operação de maior duração (que ainda não foi alocada a nenhum posto de trabalho) e que não tem precedentes, ou a operação de maior duração que tenha como precedente apenas a operação já alocada. A alocação a este posto de trabalho termina quando for atingido o tempo de ciclo (T_c), ou quando a operação seguinte a ser alocada ultrapassar o tempo de ciclo (não sendo, neste caso, alocada a esse posto). Na tabela 5 apresenta-se a alocação das operações e a soma dos tempos em cada posto de trabalho.

Tabela 5 Alocação das operações aos postos de trabalho através do método heurístico 1

Posto de trabalho	Operação	Tempos de operação	Soma dos tempos de operação
1	2	0,4	1
	5	0,3	
	1	0,2	
	4	0,1	
2	3	0,7	0,81
	6	0,11	
3	8	0,6	0,98
	10	0,38	
4	7	0,32	0,59
	9	0,27	
5	11	0,5	0,62
	12	0,12	

Calculando a eficiência (Ef) desta solução, através da equação 30, verifica-se que esta apresenta um valor inferior a 100%. Tal facto é devido ao número de postos de trabalho ser superior ao mínimo necessário, tomando apenas em conta os tempos das operações, não considerando as restantes condicionantes existentes.

$$Ef = \frac{(0,2 + 0,4 + 0,7 + 0,1 + 0,3 + 0,11 + 0,32 + 0,6 + 0,27 + 0,38 + 0,5 + 0,12)}{5 \times 1} = 80\% \quad (30)$$

Na figura 11 mostra-se um diagrama com a alocação das operações a cada posto de trabalho, através da aplicação do método heurístico 1. As operações estão divididas por cinco postos de trabalho, sendo que no primeiro posto são realizadas as operações 1, 2, 4, e 5, no segundo são realizadas as operações 3 e 6, no terceiro as operações 8 e 10, no quarto as operações 7 e 9 e no quinto posto são realizadas as operações 11 e 12.

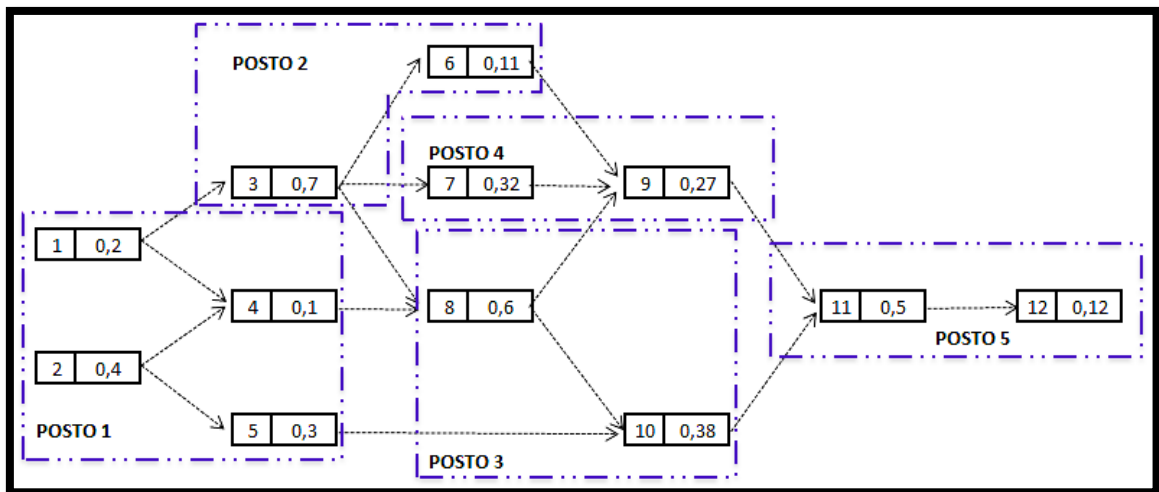


Figura 11 Diagrama da alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 1

2.4.2.2. MÉTODO HEURÍSTICO 2

No segundo método heurístico as operações são ordenadas em colunas tendo em conta as operações precedentes, sendo depois distribuídas pelos postos de trabalho até se atingir o tempo de ciclo. A atribuição das operações aos postos de trabalho é então feita da seguinte forma:

- passo 1: construir um diagrama de precedências, de maneira a que as operações com o mesmo nível de precedências fiquem colocadas em colunas; as operações que podem ser colocadas em mais do que uma coluna devem estar devidamente assinaladas;

- passo 2: listar todas as operações, seguindo uma ordem crescente de colunas, e os respectivos tempos de operação e o somatório total de cada coluna;
- passo 3: alocar as operações aos postos de trabalho começando pela primeira coluna e seguindo a sua ordem;
- passo 4: repetir o processo, seguindo a numeração das colunas, até ser atingido o tempo de ciclo em cada posto de trabalho.

Na figura 12 apresenta-se o diagrama das operações dividido em colunas tendo em conta as precedências. A operação 5 encontra-se repetida na segunda e terceira colunas, uma vez que ao nível das precedências poderá ser colocada em qualquer uma delas conforme for mais conveniente. O tempo de ciclo calculado previamente irá definir a alocação das operações aos postos de trabalho à medida que as alocações forem realizadas.

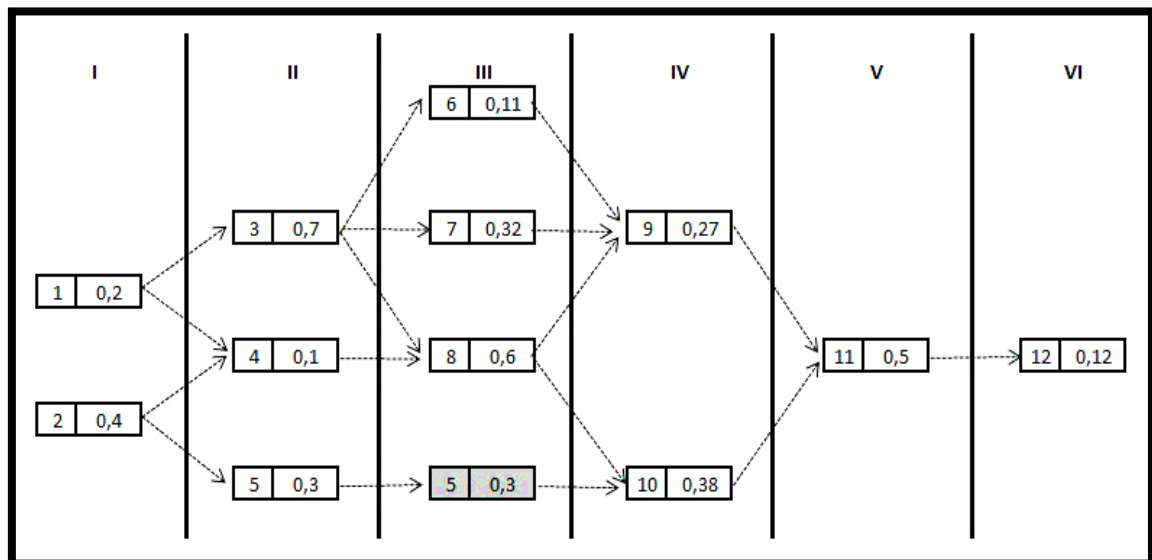


Figura 12 Diagrama de operações dividido em colunas para possibilitar a aplicação do método heurístico 2

Na tabela 6 encontra-se a listagem das várias operações divididas por colunas e a soma total dos tempos de operação em cada coluna. Pode-se verificar que em algumas colunas o tempo total ultrapassa o tempo de ciclo desejado. É através desta tabela que é feita a alocação das várias operações pelos postos de trabalho, de forma equilibrada, sem ultrapassar o tempo de ciclo e cumprindo as relações de precedência entre operações.

Tabela 6 Listagem das operações divididas em colunas para possibilitar a aplicação do método heurístico 2

Coluna	Operação	Tempos de operação	Soma dos tempos por coluna
I	1	0,2	0,6
I	2	0,4	
II	3	0,7	1,1
II	4	0,1	
II,III	5	0,3	
III	6	0,11	1,03
III	7	0,32	
III	8	0,6	
IV	9	0,27	0,65
IV	10	0,38	
V	11	0,5	0,5
VI	12	0,12	0,12

Na alocação das operações aos postos de trabalho através do método heurístico 2 as operações são alocadas pela ordem em que aparecem na tabela 6. Quando o tempo da operação seguinte a ser alocada fizer com que o tempo total deste posto ultrapasse o tempo de ciclo, passa-se para o posto seguinte (sendo esta operação alocada ao posto de trabalho seguinte). Na tabela 7 mostra-se a alocação das várias operações e a soma total dos tempos de operação em cada posto de trabalho.

Tabela 7 Alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 2

Posto de trabalho	Operação	Tempos de operação	Soma dos tempos por posto de trabalho
1	1	0,2	1
	2	0,4	
	4	0,1	
	5	0,3	
2	3	0,7	0,81
	6	0,11	
3	7	0,32	0,92
	8	0,6	
4	9	0,27	0,65
	10	0,38	
5	11	0,5	0,62
	12	0,12	

Calculando a eficiência (Ef) deste balanceamento (equação 31) verifica-se, tal como no caso do balanceamento obtido através da aplicação do método heurístico 1, que o valor é inferior a 100%, devido ao número de postos de trabalho ser superior ao mínimo necessário, tomando apenas em conta os tempos das operações, e não considerando as restantes condicionantes existentes.

$$Ef = \frac{(0,2+0,4+0,1+0,3+0,7+0,11+0,32+0,6+0,27+0,38+0,5+0,12)}{5 \times 1} = 80\% \quad (31)$$

Na figura 13 apresenta-se um diagrama com a alocação das operações a cada posto de trabalho, referente à aplicação do método heurístico 2. As operações estão divididas por cinco postos, sendo que no primeiro posto são realizadas as operações 1, 2, 4, e 5, no segundo as operações 3 e 6, no terceiro as operações 7 e 8, no quarto as operações 9 e 10 e no quinto posto são realizadas as operações 11 e 12.

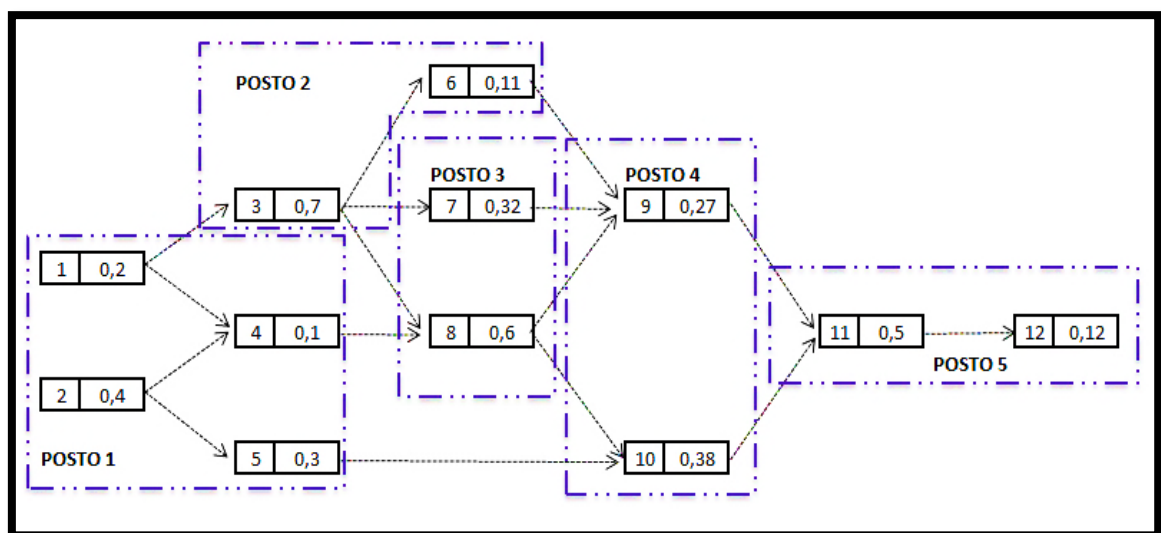


Figura 13 Diagrama da alocação das operações aos postos de trabalho através da aplicação do método heurístico 2

Em suma, uma linha de produção bem balanceada, através da aplicação das heurísticas anteriormente referidas (ou outras), permite uma distribuição balanceada de todas as operações pelos vários postos de trabalho, respeitando as precedências, o tempo de ciclo definido através das necessidades de produção, e apresenta uma boa eficiência.

3. ESTRUTURA E PROCESSO DE FABRICO DA GROHE PORTUGAL, SA

Neste capítulo é efetuada uma descrição da estrutura da empresa Grohe Portugal e de todo o seu processo de fabrico.

3.1. GROHE PORTUGAL

A Grohe Portugal pertence a uma organização fabril do grupo alemão Grohe, especializado na produção de torneiras de gama média. Todo o seu processo de fabrico e a sua estrutura de suporte fornecem à empresa um elevado grau de competitividade, tendo sempre em consideração todos os requisitos de qualidade que a tornaram na marca líder a nível mundial.

A Grohe Portugal teve origem num departamento de vendas instalado na cidade do Porto em 1996. Posteriormente, em 1998 iniciou-se a construção de toda a unidade de produção na zona de Albergaria-a-Velha, construção essa que teve o seu término no início de 2004, momento em que foi iniciada a produção. A Grohe Portugal tem o seu processo de fabrico organizado em cinco departamentos: a fundição, a maquinagem, o lixamento/polimento, a

cromagem e a montagem. Possui ainda um conjunto de fornecedores locais que satisfazem as suas necessidades, com vantagens ao nível dos custos.

De momento a sua unidade de produção trabalha 24 horas por dia, durante 5 dias por semana (de segunda a sexta). A empresa é composta por cerca de 800 funcionários, divididos em três turnos, e produz cerca de 100 corpos diferentes que originam cerca de 1000 produtos diferentes, devido à variação dos seus componentes.

3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO

Todos os produtos passam por todos os departamentos mencionados anteriormente. Cada um desses departamentos corresponde a uma fase distinta do processo produtivo:

- **Fundição**

Nesta fase inicial todos os produtos têm o mesmo tratamento. O processo de fundição é composto por quatro etapas.

Na primeira etapa é necessário a criação de uma liga de latão para o fabrico das peças. Para tal, é efetuada toda a fundição de matérias-primas necessárias para esse efeito através de fornos que funcionam a temperaturas que rondam os 1100°C. Após a conclusão deste processo é efetuada uma análise ao metal resultante com o intuito de verificar se as percentagens dos materiais que o constituem estão corretas. Na Figura 14, pode-se visualizar um exemplo de um desses fornos.



Figura 14 Fornalha onde são fundidos os materiais

Após o metal ser aprovado é distribuído pelas diferentes máquinas, denominadas coquilhadoras, nas quais as peças são vazadas. Em paralelo são criados os “machos”, que são os moldes que darão a forma da torneira desejada. Os “machos” são

compostos por areia sílica, endurecedor e resinas, e são produzidos através de uma caixa de “machos”.

Na segunda etapa é efetuado o vazamento. Este pode ser realizado de duas formas:

- Baixa Pressão (BP) – o operador insere o “macho” na máquina e esta injeta o metal líquido;
- Manual – o operador insere o “macho” na máquina e seguidamente, com o auxílio de uma colher, recolhe o metal líquido de um forno e coloca-o no macho introduzido na máquina.

Na terceira etapa, após as peças arrefecerem é feito o corte no “cacho”. Cada “macho” contém duas ou mais peças, sendo necessário efetuar o corte nas divisões entre cada uma delas, designadas por “cachos”.

Na quarta e última etapa, através de máquinas denominadas Grenalhadoras, são libertadas todas as areias que ficam retidas no interior das toneiras provenientes dos “machos”, através de um tambor rotativo, projeção de esferas metálicas e de vibração. Estas máquinas têm como principal objetivo a preparação das peças para o lixamento/polimento. Na figura 15 apresenta-se, de forma resumida, todo o processo da fundição.

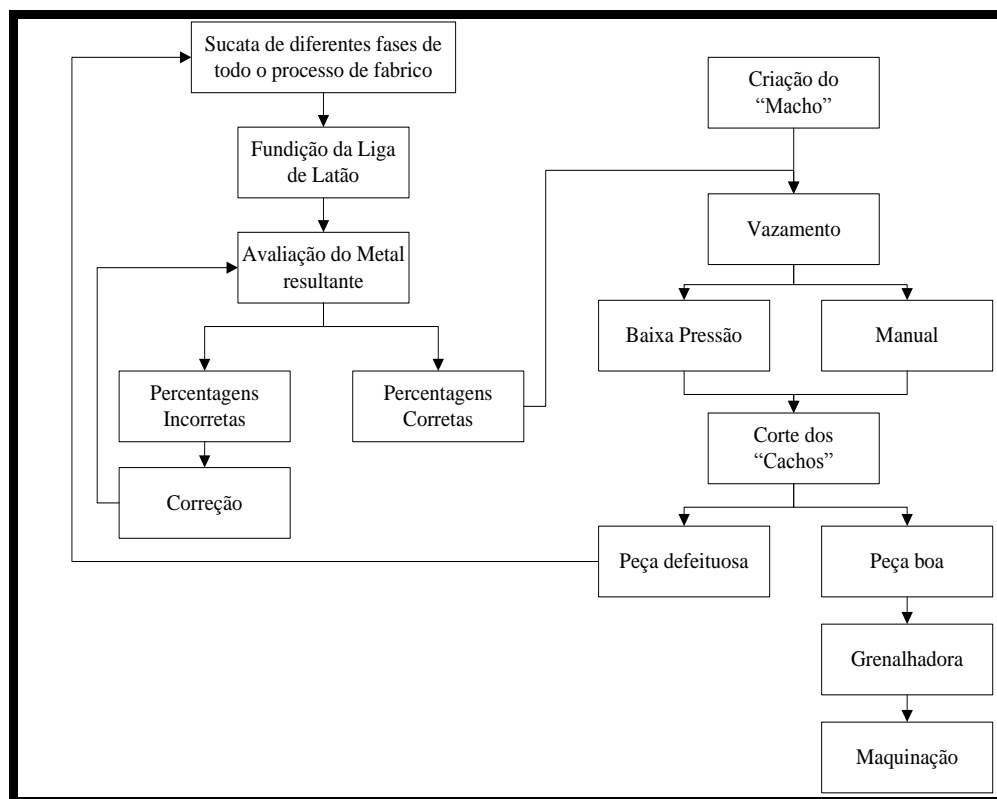


Figura 15 Diagrama do processo de fundição

- Maquinagem

Nesta fase existem três grandes etapas.

Na primeira etapa é feita toda a maquinação necessária, furações, criação de roscas, realização de ajustes, entre outras operações. Para tal, são utilizadas máquinas *Computer Numerical Control* (CNC). Na Figura 16, é apresentada ao pormenor uma “cabeça” de uma das células utilizadas na maquinação das peças.

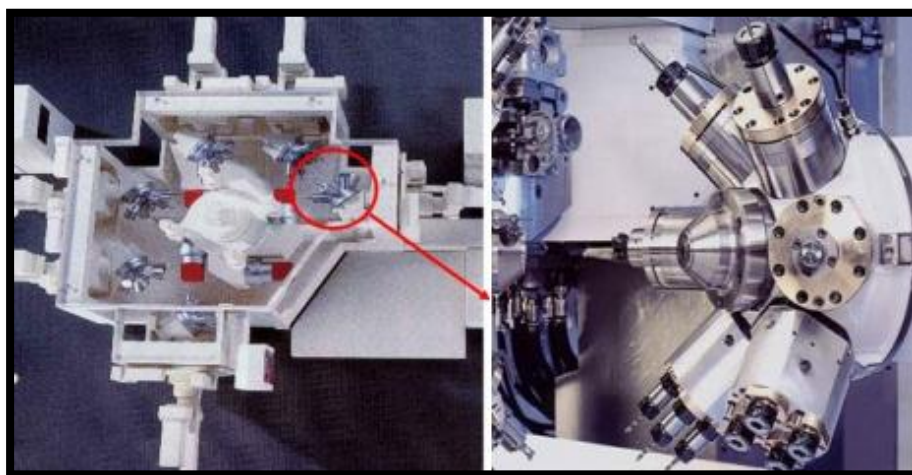


Figura 16 Triflex para maquinação de peças

Posteriormente um operador efetua um controlo visual e decide se a peça passa, ou não, para a etapa seguinte. Caso a peça não passe, o operador verifica se esta pode ou não ser reparada; se não puder, esta segue para a fundição para ser reaproveitada.

Na segunda etapa todas as peças são lavadas e desgorduradas em máquinas, com o intuito de eliminar toda a gordura proveniente dos banhos de lubrificação do processo de maquinação e de facilitar o processo de lixamento/polimento.

Na terceira, e última etapa, todas as peças são submetidas a um teste de estanquidade para posteriormente seguirem para o lixamento/polimento. Caso as peças não passem no teste de estanquidade poderão ir diretamente para a fundição, ou para a impregnação. A impregnação é um processo de recuperação da peça através do seu mergulho num líquido tapa poros. Após a impregnação voltam a ser inspecionadas visualmente e o processo anterior é repetido. Se passarem na inspeção visual passarão para a fase do lixamento. Na figura 17 mostra-se resumidamente todo o processo da maquinação.

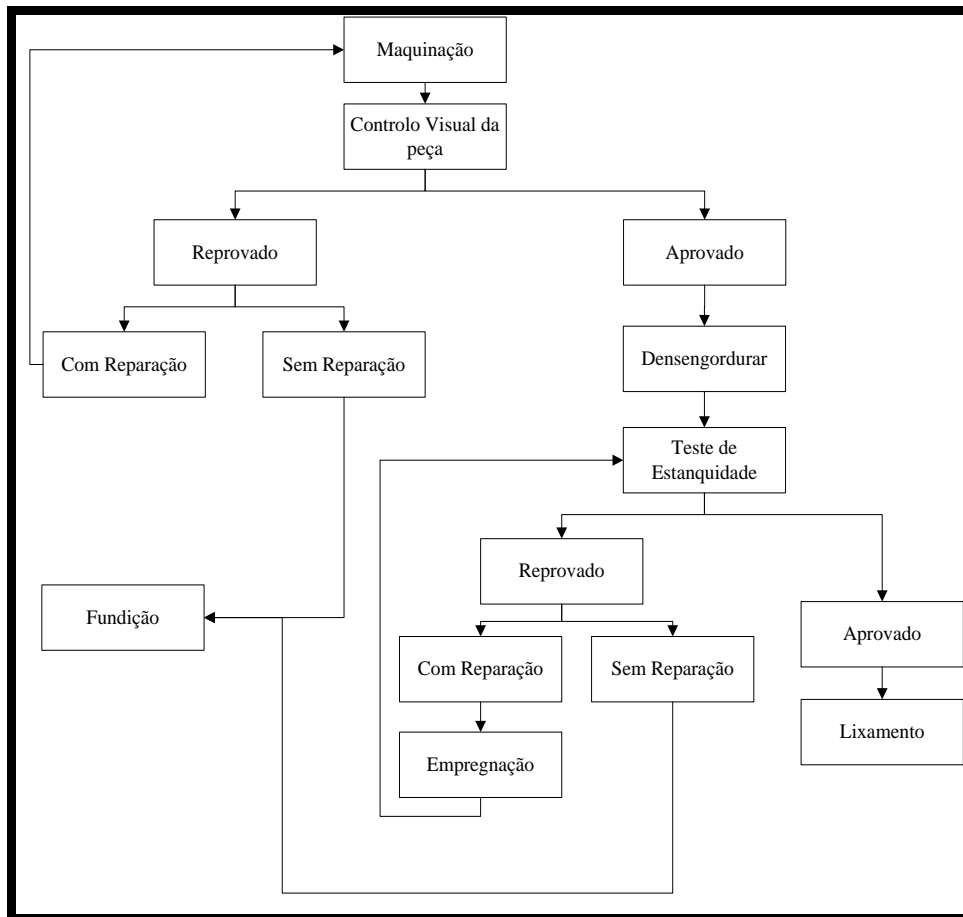


Figura 17 Diagrama do processo de maquinagem

- Lixamento/Polimento

Nesta fase existem duas etapas. Na primeira etapa é feito o lixamento, que poderá ser realizado de forma:

- Automática – tarefa realizada recorrendo a robôs ABB IRB4400 com uma capacidade de carga de 45 kg. Na Figura 18 pode-se visualizar um exemplo desses robôs.

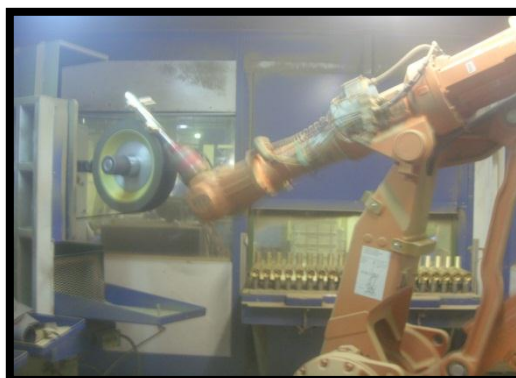


Figura 18 Robô a efetuar o polimento automaticamente

- Manual – tarefa efetuada por um operador experiente que utiliza máquinas de lixamento manual, como se pode ver na Figura 19, ou combis (máquinas que permitem lixar ou polir). Esta tarefa é por vezes realizada para dar um acabamento final à peça que o robô não consegue dar na totalidade, ou porque é mais vantajoso fazê-lo desta forma, visto ser mais barato ou mais eficiente.



Figura 19 Operador a efetuar o lixamento manual do corpo

Em qualquer uma das formas de lixamento, todas as peças passam por duas lixas com características diferentes com o intuito de obter um melhor acabamento e baixar a rugosidade superficial. Numa primeira fase passam por uma lixa de grão 80, com a qual é retirada a maior parte da película da fundição. Numa segunda fase passam por uma lixa de grão 280, com a qual é dado um acabamento final à peça. O processo de lixamento por vezes é cruzado, para evitar a criação de sulcos e para facilitar a eliminação de riscos criados na primeira fase do lixamento.

De seguida é feita uma inspeção visual à peça e caso esta não passe na inspeção o operador verifica se esta pode ou não ser reparada; se não puder, esta segue para a fundição para ser reaproveitada.

Na segunda etapa é feito o polimento, que poderá ser realizado de forma:

- Automática – polimento efetuado em células que utilizam polimento por imersão, ou seja as peças são polidas através de uma escova constituída por dois tipos de tecidos, compostos por algodão e poliésteres, embebida numa pasta abrasiva. Na Figura 20 encontra-se um exemplo dessas células de polimento.



Figura 20 Máquina de polimento automático

- Manual – polimento apenas realizado em algumas peças ou na recuperação de algumas peças após o polimento automático, como se mostra na Figura 21.



Figura 21 Operador a realizar polimento manual

Após o polimento é feita uma inspeção visual à peça e caso esta não passe na inspeção o operador verifica se esta pode ser reparada em acabamento manual ou não. Caso não possa esta segue para a fundição para ser reaproveitada. Quando a peça passa na inspeção é feita uma lavagem da mesma antes de ir para o processo da galvanização. Na figura 22 apresenta-se, de forma resumida, todo o processo de Lixamento/Polimento.

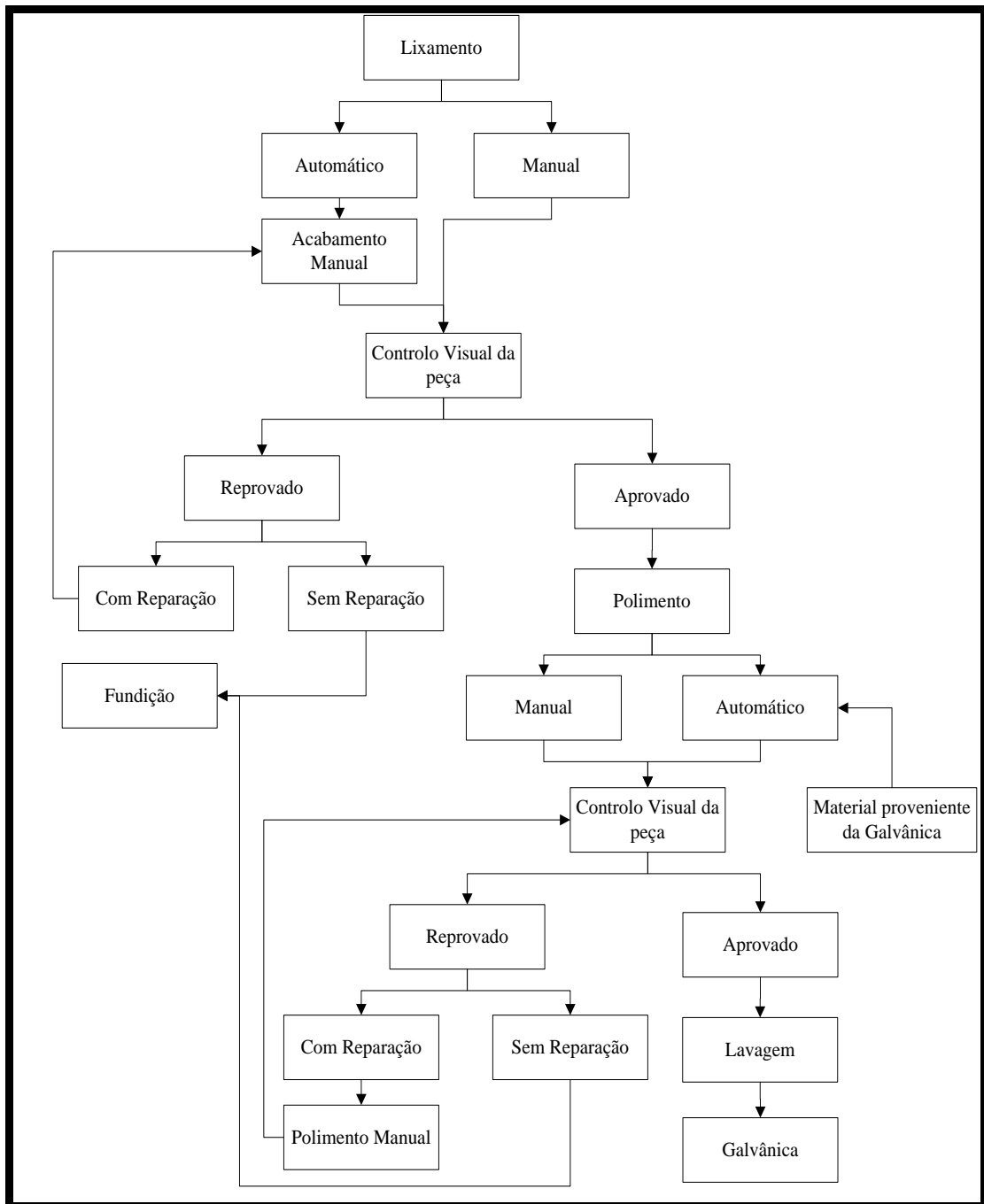


Figura 22 Diagrama do processo de lixamento/polimento

- Galvânica

Nesta fase do processo produtivo todas as peças passam por três etapas.

Na primeira etapa é realizada uma lavagem e um desengorduramento das peças, para evitar a contaminação dos tratamentos.

Na segunda etapa é utilizado o processo da eletrodeposição de níquel. Neste processo é realizada a imersão das peças num banho de níquel, a uma temperatura de 60°C,

durante um espaço temporal variável entre os 10 – 12 min. Este processo tem como objetivo dar resistência à corrosão às peças.

Na terceira e última etapa é utilizado o processo da eletrodeposição de crómio. Neste processo é realizada a imersão das peças num banho de crómio, a uma temperatura de 40°C, durante um espaço temporal variável entre os 4 – 5 min. Este processo tem como objetivo dar e garantir um aspeto brilhante às peças.

Estas duas últimas etapas necessitam da ativação de tratamentos através de corrente elétrica com valores entre 4 – 11 A/dm², dependendo do tratamento a ser aplicado. Na Figura 23 pode-se visualizar os corpos nas suspensões durante o percurso da galvanização.



Figura 23 Corpos no processo da galvanização

No final de todas estas etapas é feita uma nova inspeção visual a algumas peças. A seleção é feita tendo em consideração o seu valor: caso seja alto, ou se é uma peça que originará um produto com um elevado volume de produção. Caso a peça seja inspecionada e não passe na inspeção o operador verifica se esta pode ou não ser reparada; se não puder segue para a fundição para ser reaproveitada. Se a peça puder ser recuperada, é descromada, desniquelada, é feita a sua secagem e é enviada para o lixamento automático. Caso a peça passe na inspeção, segue para as linhas de montagem. Na figura 24 mostra-se todo o processo da galvânica de forma resumida.

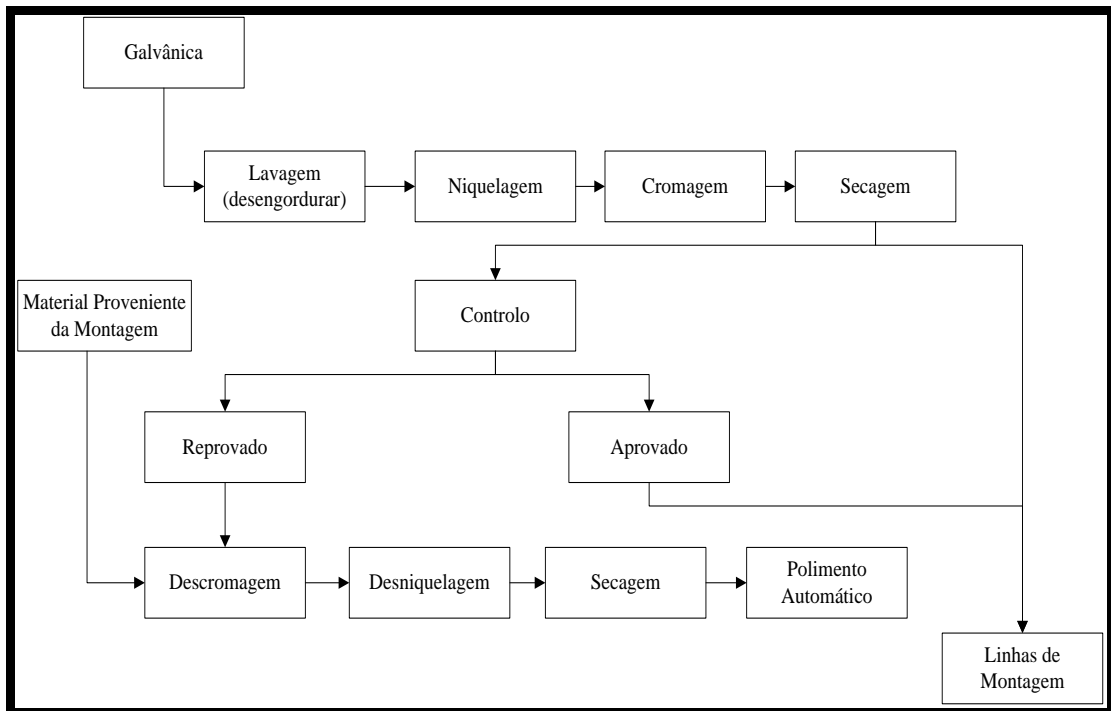


Figura 24 Diagrama do processo da galvanica

Apesar das variadas inspeções visuais anteriores, é nesta última que normalmente são encontrados diversos defeitos, isto porque alguns desses defeitos apenas são visíveis após todos estes tratamentos.

- **Montagem**

Todas as peças (também designadas por corpos) passam por quatro etapas nesta fase. Após a chegada dos corpos às linhas inicia-se a primeira etapa, a montagem. Nesta etapa são montados um conjunto de componentes, que variam conforme o produto que se pretende montar, formando assim a torneira desejada. Na Figura 25 pode-se visualizar um exemplo de uma linha de montagem.



Figura 25 Linha de montagem

Contudo, antes de a montagem ser iniciada, todos os corpos são inspecionados pelo operador que inicia a montagem. Caso o corpo já tenha sido inspecionado na saída da galvanica não necessita de uma inspeção visual muito rigorosa pois já foi inspecionado com grande detalhe. Caso não tenha sido feita a inspeção na saída da galvanica, a inspeção feita no início da montagem terá de ser então bem mais rigorosa.

Na segunda etapa o corpo já contém a maioria dos componentes montados e é colocado na zona de testes. É testado e, caso seja aprovado, segue para a etapa seguinte; caso não seja, é averiguado se existe uma solução possível para o defeito encontrado. Caso seja necessário trocar algum componente é feita a desmontagem dos componentes necessários para colocar o componente novo em questão. Caso o problema seja do corpo todos os componentes são desmontados para que o corpo volte para a galvanica, para posteriormente ser reaproveitado.

Quando é obtida a aprovação no teste passa-se para a terceira etapa, a limpeza e inspeção visual. Caso seja detetado algum defeito no corpo da torneira todos os componentes são desmontados para que o corpo volte para a galvanica, para posteriormente ser reaproveitado. Caso não seja detetado nenhum defeito no corpo da torneira esta passará para a etapa seguinte.

Na quarta e última etapa é feito o embalamento da torneira e a colocação da mesma numa paleta. Posteriormente, a paleta é transportada e armazenada no armazém da empresa. Na figura 26, resume-se todo o processo da montagem.

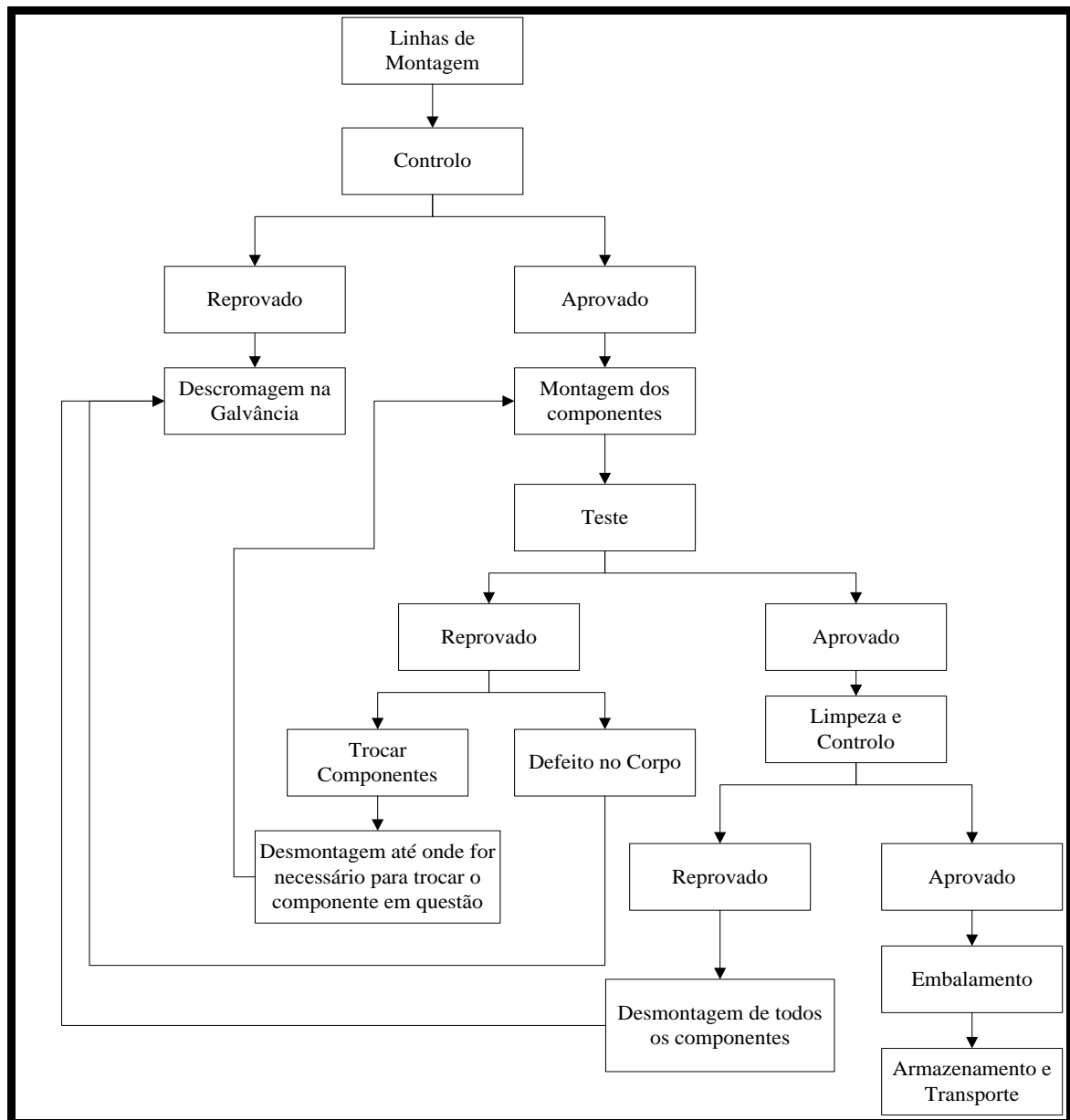


Figura 26 Diagrama do processo de montagem

3.3. MONTAGEM

O departamento de montagem tem como principal objetivo a montagem dos vários componentes que constituem uma torneira. Nesta secção é efetuada uma análise mais detalhada ao funcionamento do departamento de montagem, uma vez que grande parte do trabalho conducente à realização desta Tese de Dissertação foi lá desenvolvido.

3.3.1. ESTRUTURA

Neste momento existem neste departamento nove grandes grupos de linhas de montagem. Na tabela 8 encontra-se a estrutura de cada um desses grupos.

Tabela 8 Grupos das linhas de montagem do departamento de montagem

Clássicas	CA01
	CA02
	CA03
	CA04
	CO01
	CO02
	AT01
	TC01
	UN01
Banheiros/Chuveiros	BC01
	BC02
	BC03
	BC04
Cozinhas Baixas	CZ01
	CZ02
	CZ03
Cozinhas Altas	CZ04
	CZ05
Lavatórios/Bidés	LB01
	LB02
	LB03
	LB04
	LB05
Termostáticas	TH01
	TH02
	TH03
	TH04
	TH05
<i>Red and Blue</i>	BR01
	BR02
Pré-Montagens	VE01
	BI01
	PM01
	INV
	TIRA
Cartuchos Termostáticos	CHTX01
	CHTX02
	CHTX03

Na figura 27 apresenta-se o *layout* do departamento de montagem da Grohe Portugal. Cada um dos grupos mencionados anteriormente encontra-se representado com uma cor diferente neste esquema.

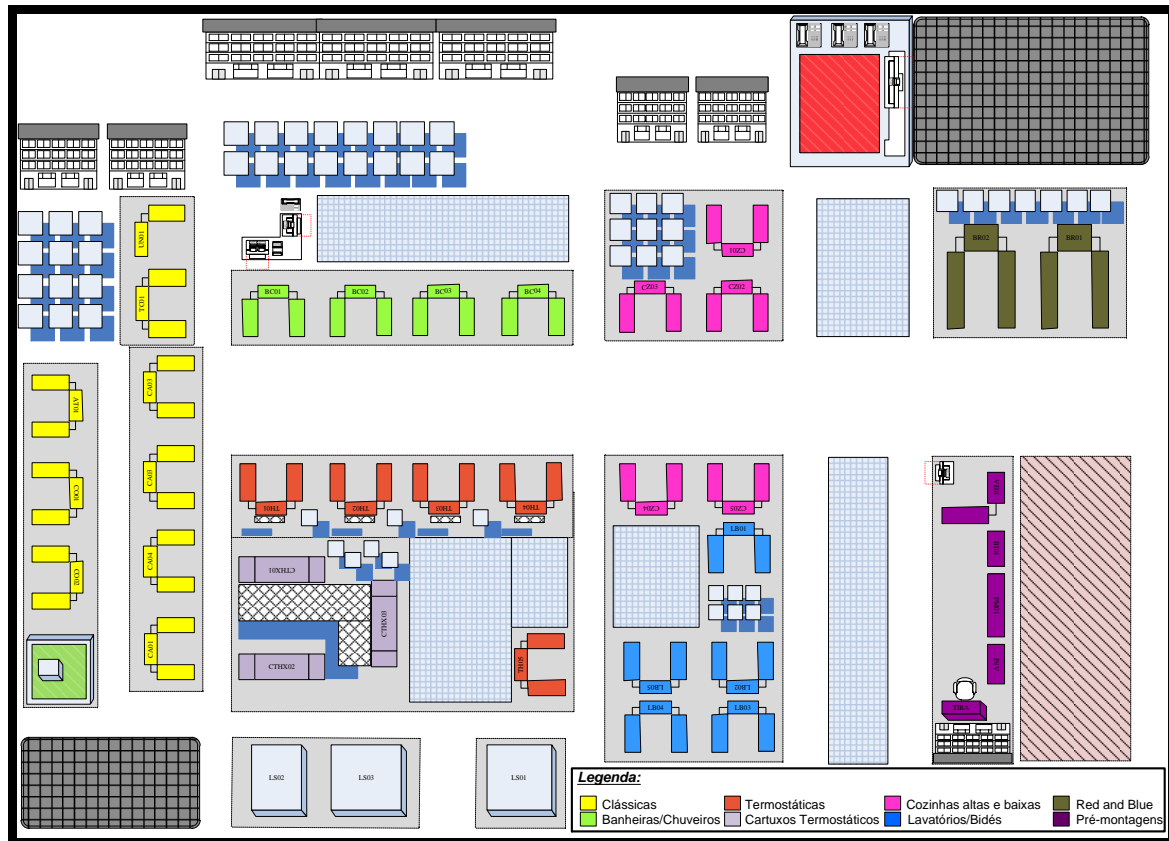


Figura 27 *Layout* do departamento de montagem da Grohe Portugal

Como se pode ver na figura 27, grande parte destas linhas têm uma forma de U, excetuando a linha TC01 e todas as linhas da pré-montagem. Dispor as linhas em U o comprimento destas é bastante mais reduzido, como se pode ver na figura 28. Esta forma também possibilita a aproximação dos operadores, proporcionando assim uma maior entajuda entre eles.

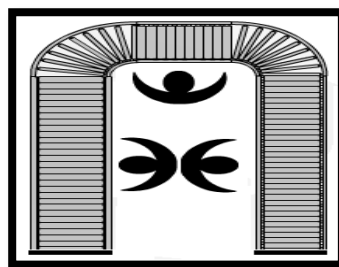


Figura 28 Formato de uma linha de montagem em U

Cada uma das linhas, dependendo do produto e da necessidade em questão, é constituída por um número variável de operadores. Assim, as linhas das clássicas, das termostáticas, dos cartuxos, das *Red and Blue*, e a linha VE01 das pré-montagens integram dois operadores. As linhas constituídas por três operadores são as banheiras/chuveiros, cozinhas altas e baixas e lavatórios/bidés. Apenas as linhas BI01, PM01, INV e TIRA é que são constituídas por um operador. As linhas do grupo das pré-montagens têm o intuito de realizar algumas operações de certas linhas que se verificou ser compensatório realizá-las separadamente das restantes operações, após terem sido elaborados estudos.

3.3.2. SINALIZAÇÃO VISUAL DAS LINHAS

Todas as linhas têm um sistema de sinalização na sua frente. Este sistema permite um controlo visual, rápido e eficaz sobre essa mesma linha. Através dessa sinalização facilmente se percebe o que se está a fazer na linha: se está a produzir e se a produção é urgente, se está parada, porque motivo está parada, se está na hora da limpeza, se está num *setup*, num ensaio, num controlo da qualidade, entre outros. Na figura 29 pode-se ver a simbologia utilizada neste sistema de sinalização.

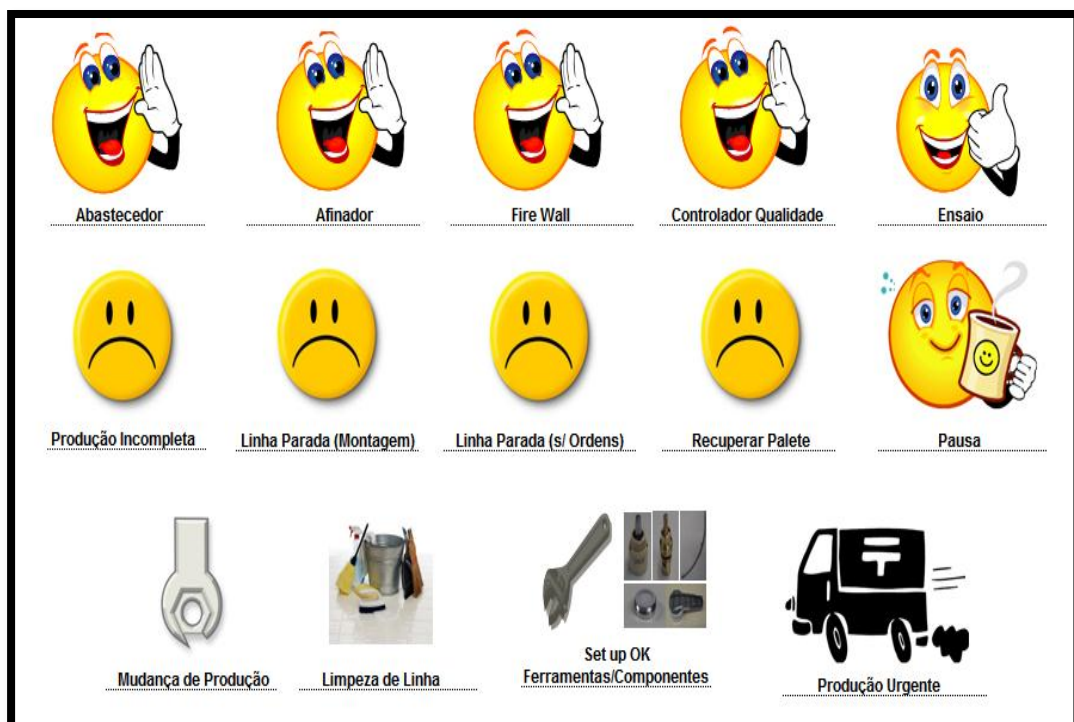


Figura 29 Sistema de sinalização das linhas de montagem

A montagem tem um conjunto de *Team Leaders* que controlam todo o processo da montagem. Cada *Team Leader* é responsável por um conjunto de linhas, e faz o

escalonamento das ordens, acompanha o seu funcionamento e garante que existem todas as condições necessárias para a produção nas respetivas linhas. Como meio de segurança, na montagem é obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, composto por luvas e sapatos próprios, assinalados por sinais como os mostrados na figura 30.



Figura 30 Equipamento de proteção individual obrigatório nas linhas de montagem

3.3.3. ABASTECIMENTO

Na montagem é necessário abastecer as linhas tanto com os corpos como com os componentes. Os corpos são abastecidos de duas formas: em suspensões (como se pode ver na figura 31) ou em caixas plásticas, como se mostra na figura 32.

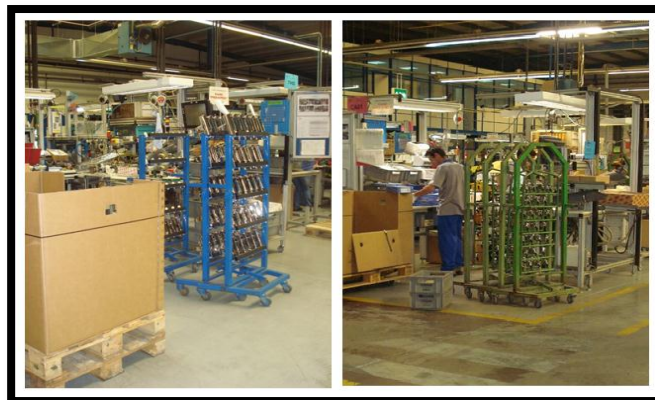


Figura 31 Abastecimento dos corpos nas linhas através de suspensões



Figura 32 Abastecimento dos corpos nas linhas em caixas plásticas

Em relação aos materiais e componentes necessários à montagem, estes são maioritariamente abastecidos por operadores pré definidos, ou seja, existe um conjunto de operadores que apenas fazem o abastecimento às linhas. Quando assim não acontece os próprios operadores das linhas é que abastecem as linhas com os componentes necessários.

Quando é emitida uma determinada ordem de montagem de um produto numa determinada linha é fornecida a lista de materiais referentes a essa ordem, com todos os componentes e materiais necessários para esse produto. Os operadores, por sua vez, vão buscar todos esses componentes para efetuarem o abastecimento na respetiva linha. Os componentes encontram-se armazenados em dinâmicos (estruturas para armazenamento de materiais), em determinadas áreas do departamento de montagem.

Como se pode ver na figura 33, os dinâmicos são compostos por rampas, e estas são divididas por corredeiras, que fazem com as que essas caixas deslizem à medida que alguma é retirada. Existem vários dinâmicos espalhados pelo sector da montagem, e cada um destina-se a um conjunto de linhas.

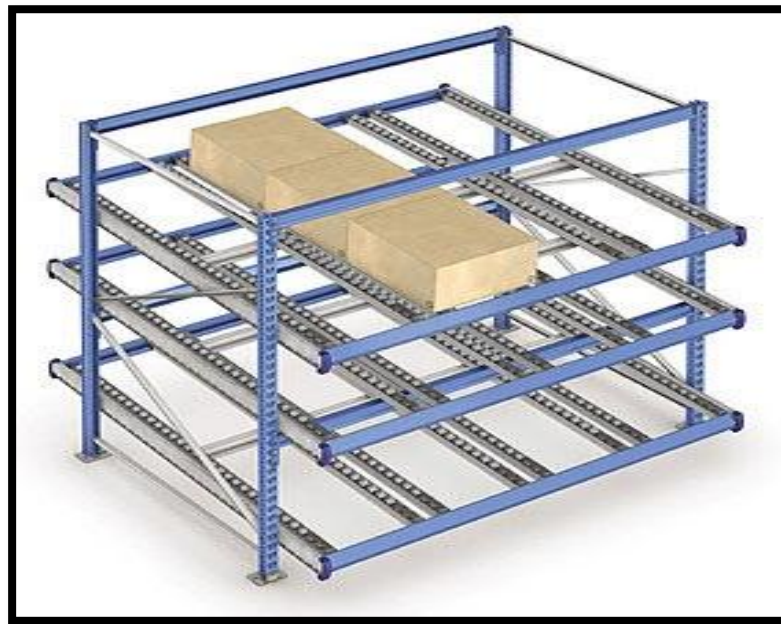


Figura 33 Estrutura dos dinâmicos

Os componentes estão dispostos por famílias (*Technical Product Information* (TPI), componentes de plástico, pré montagens, entre outros) e estão etiquetados com o intuito de serem facilmente identificados. Na figura 34 mostra-se um exemplo de uma dessas

etiquetas que contém a imagem do componente, um código de barras, um código de identificação, a identificação do respetivo dinâmico e a quantidade por caixa.



Figura 34 Etiqueta exemplo de identificação de componentes

O abastecimento destes dinâmicos é feito de forma periódica. Na figura 35 mostram-se exemplos de dinâmicos existentes no departamento de montagem, com os devidos componentes e devidamente equipados com as etiquetas referidas anteriormente nas várias fileiras.



Figura 35 Exemplos de dinâmicos existentes no departamento de montagem da Grohe

O carregamento e o transporte dos componentes desde os dinâmicos até às linhas é feito por um comboio de abastecimento, ou pela utilização de um carro manual. Cada comboio e carro manual têm um conjunto de linhas a abastecer e à medida que passam pelas linhas o operador que os conduz pára e faz o abastecimento necessário. Na figura 36 encontra-se um exemplo de um dos comboios de abastecimento.



Figura 36 Exemplo de comboio de abastecimento existente na Grohe

Por sua vez, na figura 37 mostra-se um exemplo de um dos carros manuais utilizados para o abastecimento.



Figura 37 Exemplo de carros de abastecimento manual

3.3.4. TEMPOS DISTRIBUTIVOS

Os tempos distributivos (normalmente conhecidos por concessões ou tolerâncias) representam a soma de todos os tempos adicionais para a execução planeada de um determinado processo. No departamento de montagem, além do tempo básico T_g , o tempo em que o operador se encontra a fazer o que era suposto, são considerados mais cinco tipos de tempos:

- V_{sk} - tempo distributivo suplementar constante (independente da ordem de serviço);
- V_{sv} - tempo distributivo suplementar variável (dependente da ordem de serviço);
- V_p - tempo distributivo pessoal;
- N - tempo improdutivo pessoal;
- F - tempo contingente excecional (que ocorre excecionalmente).

O cálculo dos tempos distributivos foi feito através de um estudo multimomento (também conhecido por estudo de tempos por amostragem), que nos dias de hoje é parte integrante da metodologia do estudo do trabalho. O estudo multimomento baseia-se na determinação da frequência de um conjunto de processos previamente estabelecidos em sistemas de trabalho, através de observações efetuadas com a ajuda de uma amostragem estatística. Estes processos são todos os procedimentos que poderão acontecer no dia-a-dia de um sistema de trabalho. O departamento de montagem fez o último estudo de tempos distributivos em outubro de 2006. Na altura a montagem estava subdividida em 9 famílias:

- Clássicas (linhas CA01/02/03, CO01/02/03, AT01, TC01);
- Termostáticas (linhas TH01/02/03);
- Lavatórios/bidés (linhas LB01/02/03/04/05/06);
- Banheiras/Chuveiros (linhas BC01/02/03/04);
- Cozinhas baixas (linhas CZ01/02/03);
- Cozinhas altas (linhas CZ04);
- Válvulas (linhas VE01/02);
- Exóticas + Bica 1 e 2 (linhas UN01, PM01, BI01/02/03);
- Inversor e Tirante (linhas INV1, TIRANTES).

Posteriormente foi elaborada uma lista com todos os tipos de processos conhecidos que se poderiam encontrar na montagem, e estes foram agrupados de acordo com a nomenclatura anteriormente referida, como se pode ver na figura 38.

Tipos de processos		
Tipos de processo	Nº	Obs
Tipos de processo independentes da OS - Vsk	1	Preparação do posto início do turno
	2	Ordenar e limpar posto no fim do turno
	3	Tempo para manutenção preventiva planeada
	4	Outras intervenções, de terceiros, não planeadas, independentes da OS
	5	
Tipos de processo dependentes da OS - Vsv	10	Lubrificação ocasional / Manutenção não planeada - afinação
	11	Receber e retirar meios para trabalhar e de apoio
	13	Abastecimento fora do posto
	14	Abastecimento/movimentação dentro do posto [9]
	15	Conversas sobre serviço
	16	Impedimento por terceiros
	17	Preencher registos
	18	MP em espera por perturbação
	19	Pequenos transtornos MP
	20	Pequenos transtornos processo
	21	Em outro posto
	22	
	30	Necessidades pessoais
Pessoais - Vp	31	Outras realizações pessoais
Excepcionais pessoais - N	40	Atraso no início do turno
	41	Paragem antes de tempo no fim do turno
Excepcionais organização - F	50	Paragem por perturbação organizacional
	60	Pausa legal

[2] Desde que todas as operadoras estejam em atividade não será registada a presença de um afinador.
[3] Não coincidente com mudança de turno.
[4] Para as células com abastecedora, será registado este tipo de tempo desde que a abastecedora esteja a interagir no posto.
[5] Dada a dificuldade de identificação, considerar-se-á todas as conversas entre operadoras, dentro da célula, como este tipo de processo.
[6] Não coincidente com mudança de turno.
[7] Para as células com abastecedora, será registado este tipo de tempo desde que a abastecedora esteja a interagir no posto.
[8] Dada a dificuldade de identificação, considerar-se-á todas as conversas entre operadoras, dentro da célula, como este tipo de processo.
[9] Não inclui desembalar componentes

Figura 38 Tipo de processos existentes na montagem para cálculo dos tempos distributivos

Após a elaboração da lista dos tipos de processos foi definido o espaço temporal da recolha de dados a realizar. Após esta escolha ter sido feita foi estabelecido, através de uma fórmula matemática aleatória, um horário durante um número determinado de dias para ser feita essa recolha de informação. Os pontos de observação do sistema de trabalho no momento da passagem foram previamente definidos, assim como os percursos a percorrer. Estes, contudo, foram definidos de forma aleatória, de maneira a obter uma maior

abrangência de observações possível e de maneira a não condicionar o comportamento dos operadores. Na figura 39 apresentam-se os horários de cada percurso, as iniciais de quem o teria de fazer, e os percursos possíveis.

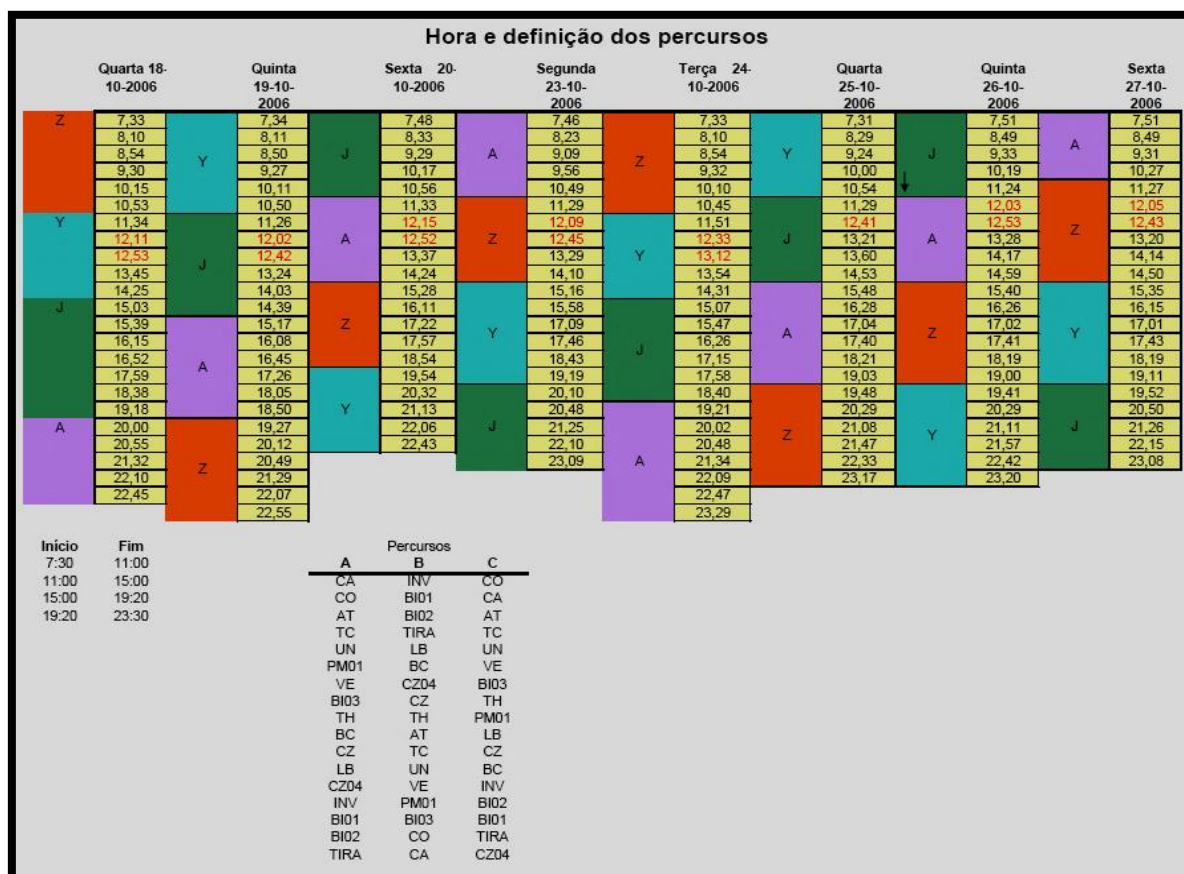


Figura 39 Horários e percursos para a realização do estudo dos tempos distributivos

Quando se chegava a um ponto de observação, verificava-se qual dos tipos de processos definidos anteriormente o operador se encontrava a realizar e anotava-se. Este procedimento era repetido em todos os pontos de observação durante todos os percursos. Foram recolhidas cerca de 11 500 observações em toda a montagem. Foi elaborado um estudo por famílias e, a partir desse, foi elaborada uma análise final da montagem.

Aos registos do tempo básico foram acrescentados os registos do tipo de processo 21 referido na figura 38. Como os tipos de processo 10 e 11, referidos também na figura 38, já eram registados como paragem de produção, foram elaborados dois estudos, um em que estes dois tipos de processos eram considerados e outro em que não o eram. Alguns dos tipos de processos previamente definidos não foram considerados para o cálculo, uma vez que não têm qualquer relação com o tempo básico. Contudo serviram para uma posterior

análise ao nível do planeamento e controlo, como por exemplo o tempo improdutivo pessoal, N , e o tempo contingente excecional, F . Na figura 40 encontram-se os resultados finais totais dos tempos distributivos da montagem para cada um desses estudos. Através destes resultados é possível concluir que o tempo distributivo suplementar variável (dependente da ordem de serviço) é o que tem uma maior percentagem de registos.

Total Montagem (Sem motivos 10 e 11)							Total Montagem (com os motivos 10 e 11)						
Frequência relativa				f (95%)	f (98%)	n' (95%)	Frequência relativa				f (95%)	f (98%)	n' (95%)
G	9099	82,7%	17,3%	0,71%	0,84%	2442	G	9099	79,5%	20,5%	0,74%	0,88%	2788
Zsk	225	2,0%		0,26%	0,31%	343	Zsk	225	2,0%		0,25%	0,30%	329
Zsv	1363	12,4%		0,62%	0,73%	1854	Zsv	1814	15,8%		0,67%	0,79%	2277
Zp	314	2,9%		0,31%	0,37%	474	Zp	314	2,7%		0,30%	0,36%	456
n	11001						n	11452					

Figura 40 Resultados finais totais dos tempos distributivos da montagem

Na figura 41 apresenta-se um gráfico referente à análise total dos tempos da montagem de uma forma detalhada. É possível reparar que alguns dos processos têm um valor de 0%. Tal facto deve-se aos arredondamentos feitos, pois esses processos tinham valores bastante baixos em todo o universo de recolhas efetuadas.

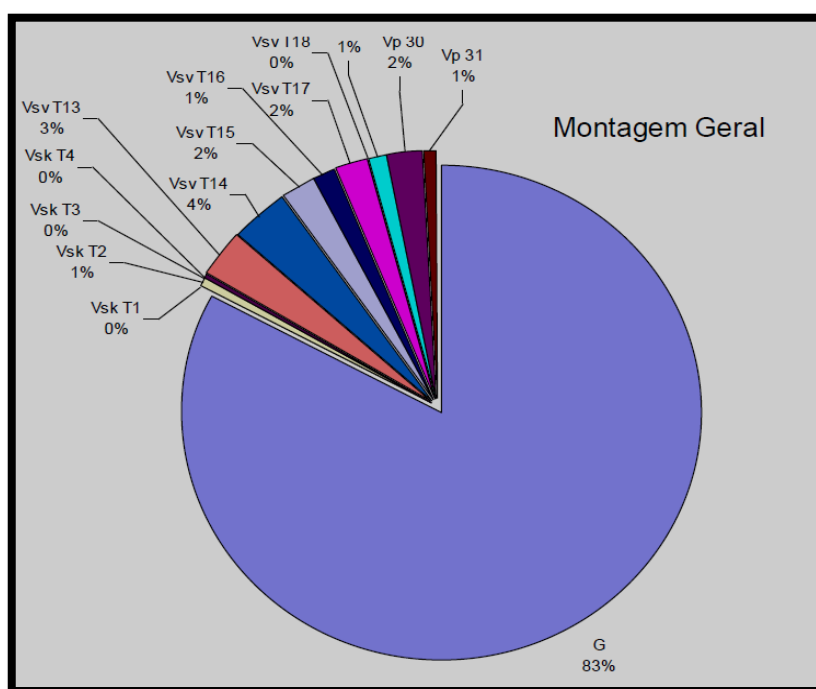


Figura 41 Resultados finais detalhados dos tempos distributivos da montagem

Cada uma das famílias de produtos existentes na montagem ficou com um valor definido como tempo distributivo:

- Clássicas - 22,9%;
- Termostáticas - 15,8%;
- Lavatórios/bidés - 13,1%;
- Banheiras/Chuveiros - 14,8%;
- Cozinhas baixas - 5,7%;
- Cozinhas altas - 10,3%;
- Válvulas - 25,1%;
- Exóticas + Bica 1 e 2 - 23,0%;
- Cozinhas altas - 10,3%;
- Inversor e Tirante - 17,5%.

A família das clássicas, juntamente com a das válvulas e das exóticas + bica 1 e 2, foram as que apresentaram um maior valor percentual, devido ao facto dos operadores das próprias linhas fazerem praticamente todo o abastecimento necessário.

3.3.5. EQUIPA DE INSPEÇÃO DE LOTES - “FIREWALL”

A “*firewall*” é uma equipa do departamento de montagem que faz inspeção aos lotes, também designados por paletes, após o embalamento da torneira. Esta equipa foi criada com o intuito de reduzir e prevenir possíveis defeitos, falhas e erros anteriormente não detetados pelos operadores e veio aumentar ainda mais o controlo de qualidade existente no departamento de montagem.

Os tipos de defeitos que se poderão encontrar nas peças acabadas devem-se a vários fatores. Contudo, a equipa “*firewall*” destaca os seguintes:

- Montagem incorreta;
- Falta de componentes;
- Pancada;
- Falha na gravação;
- Defeito proveniente da galvânica;
- Defeito de escolha amarela (defeitos que deveriam ter sido detetados anteriormente).

Na figura 42 indica-se todo o procedimento da equipa “*firewall*” na inspeção dos lotes.

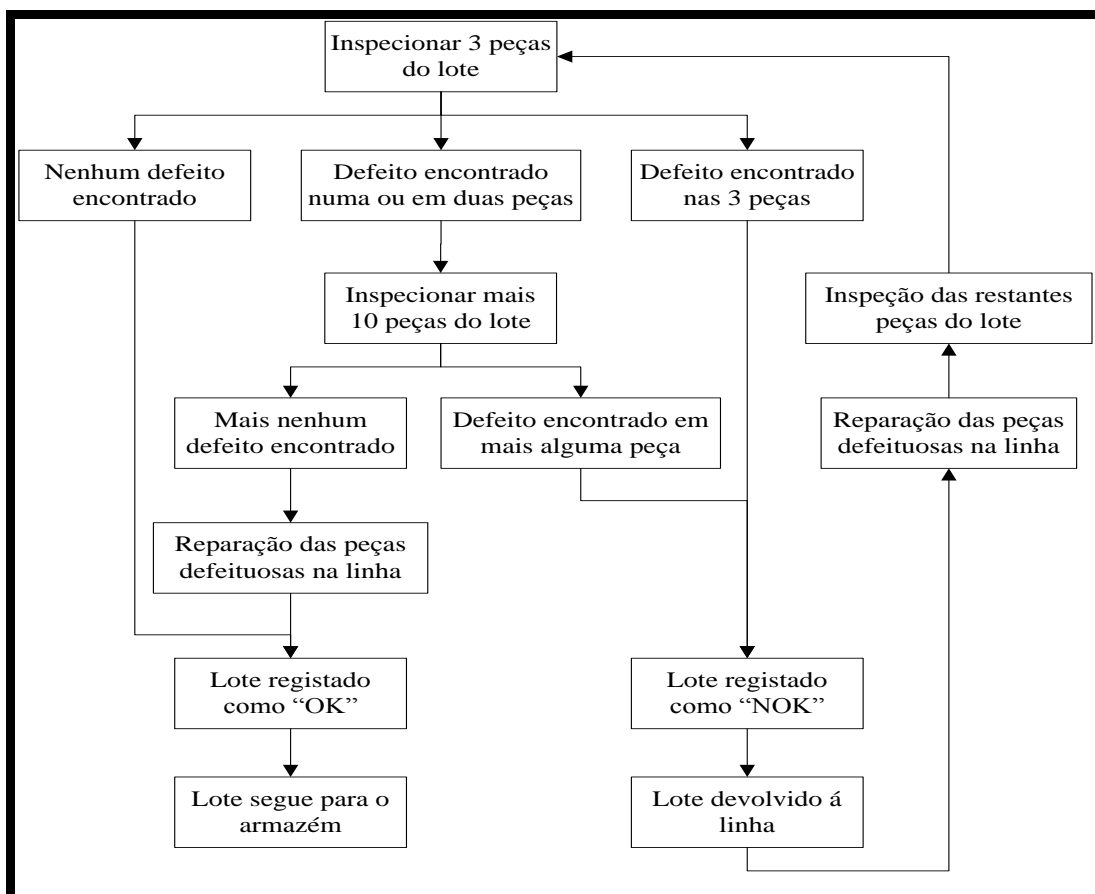


Figura 42 Diagrama do procedimento da equipa “firewall” durante o processo de inspeção dos produtos acabados

Para o ano de 2012 o objetivo é obter percentagens mensais de rejeição dos produtos inferiores a 1%. Contudo, no ano de 2011 o objetivo do departamento de montagem era obter percentagens de rejeição dos produtos abaixo de 1,6%. Pode-se verificar na figura 43 as percentagens obtidas ao longo dos diversos meses deste ano.

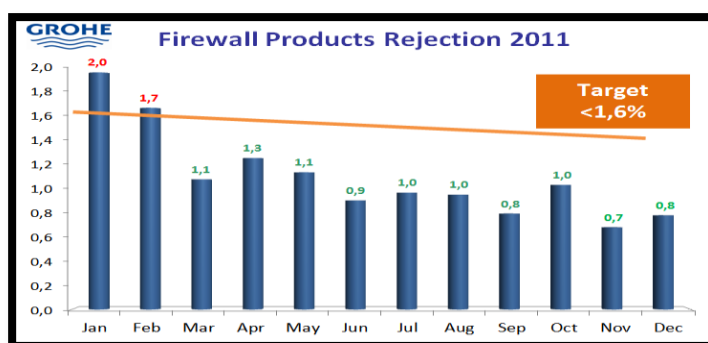


Figura 43 Taxas de rejeição de produtos pela equipa firewall ao longo do ano de 2011

Na figura 44 apresenta-se um gráfico com a evolução das percentagens referentes a cada tipo de defeito encontrado, no qual se destaca o defeito proveniente da montagem incorreta, pois é aquele tipo de defeito que praticamente todos os meses possui uma percentagem mais elevada.

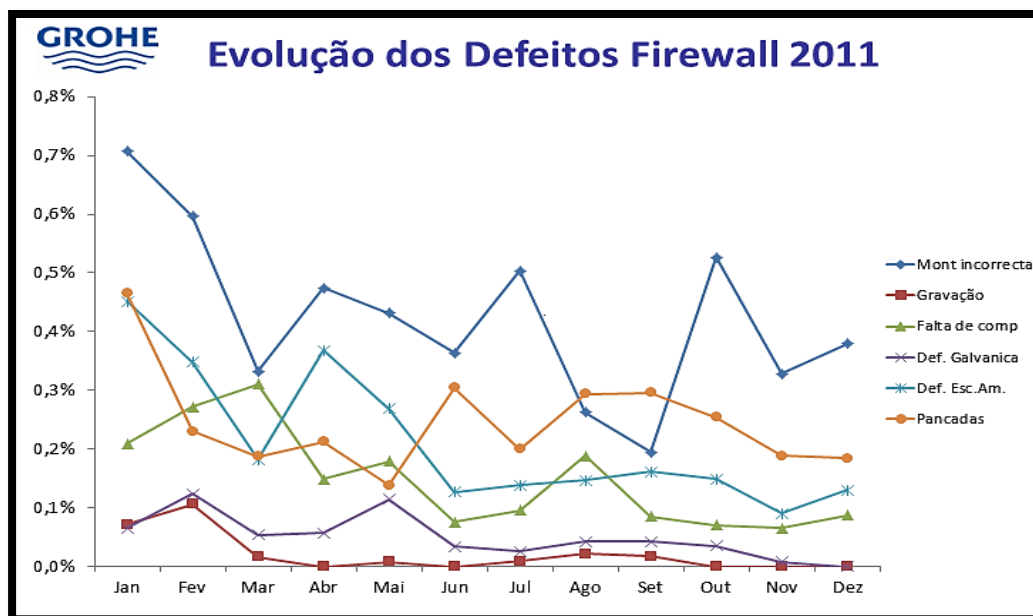


Figura 44 Evolução dos tipos de defeitos encontrados pela equipa *Firewall* em 2011

Na figura 45 encontram-se representadas as percentagens totais anuais referentes a cada tipo de defeito encontrado por esta equipa.

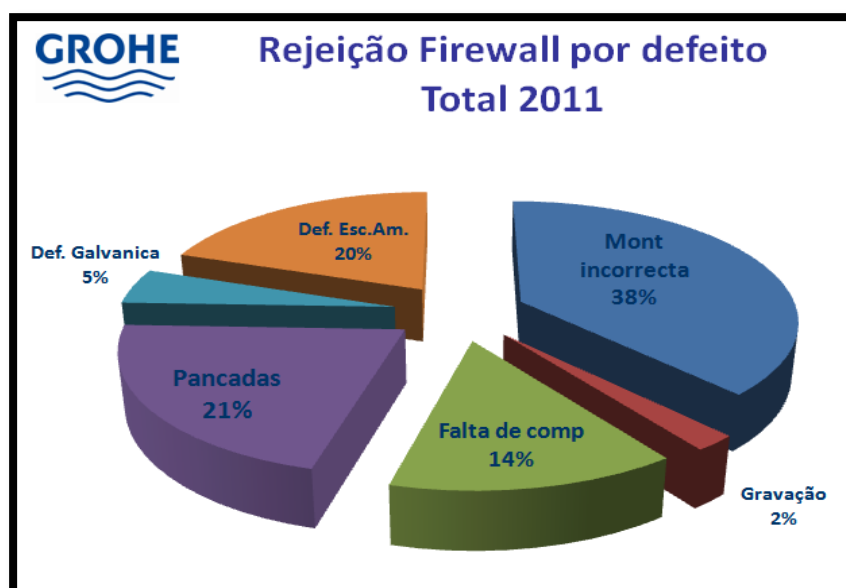


Figura 45 Percentagens anuais de tipos de defeitos encontrados pela equipa *firewall* em 2011

3.3.6. PRÉMIO DE DESEMPENHO DA MONTAGEM

No departamento de montagem, como nos restantes departamentos, os operadores poderão receber um prémio mensal. Este prémio tem o objetivo de os motivar e impulsionar para um melhor desempenho profissional, para que juntamente com a própria empresa possam ganhar algo mais. Esse prémio é dependente de três fatores:

- Produtividade do departamento;
- Índice de sucata e *rework* total da fábrica;
- Assiduidade.

O acesso ao prémio de produtividade tem por base o desempenho do departamento a que o trabalhador pertence, contendo alguns critérios e restrições de atribuição definidos por escalas de percentagens de produtividade.

A atribuição do prémio de qualidade depende do índice total de sucata e *rework* da fábrica, podendo este contribuir para um acréscimo ou penalização do prémio de produtividade obtido. Este fator também possui alguns critérios e restrições de atribuição.

Por último, o prémio de assiduidade poderá, ou não, penalizar o prémio anteriormente acumulado conforme o absentismo de cada um, possuindo também alguns critérios de avaliação.

Todos os critérios e valores previamente definidos para o cálculo do prémio de desempenho da montagem não são mencionados nem analisados neste trabalho por questões de confidencialidade.

Em suma, o departamento de montagem, como os restantes departamentos, tem uma estrutura e uma organização independente. O seu principal objetivo é a montagem dos vários componentes que constituem uma torneira. O sistema de abastecimento implementado tem como objetivo a diminuição/eliminação do tempo necessário para o abastecimento das linhas realizado pelos operadores que se encontram na mesma. A equipa de *firewall* criada veio reduzir e prevenir possíveis defeitos, falhas e erros anteriormente não detetados pelos operadores no departamento de montagem. O prémio de desempenho da montagem tem como objetivo sobretudo motivar os operadores para um melhor desempenho profissional e a serem assíduos.

4. LINHA DE MONTAGEM UNIVERSAL PARA FORMAÇÃO

A linha de formação vem ao encontro da necessidade do sector da montagem da Grohe Portugal em diminuir as perdas quando novos operadores, ou operadores inexperientes na montagem de determinados produtos, são colocados nas linhas de montagem. De momento, quando são contratados novos operadores estes são colocados numa linha. A sua inclusão numa linha provoca naturalmente uma redução no ritmo de produção devido à sua falta de conhecimento sobre as operações e seu modo de execução, o mesmo se verificando em operários inexperientes na montagem de determinados produtos. A linha de formação surge então com o intuito de fornecer a esses operadores uma fase de adaptação, de forma a adquirirem o conhecimento necessário antes de serem inseridos numa linha.

Para definir a linha de montagem para dar formação, foi elaborada uma análise de quais as famílias que deveriam ser incluídas neste projeto. Dentro de cada família de produtos, por vezes, existe uma grande ou até mesmo total igualdade nas operações a realizar na montagem. Foram então selecionados, dentro de cada família, os produtos a incluir neste projeto. Na Figura 46 podem-se visualizar todos os produtos incluídos neste projeto.

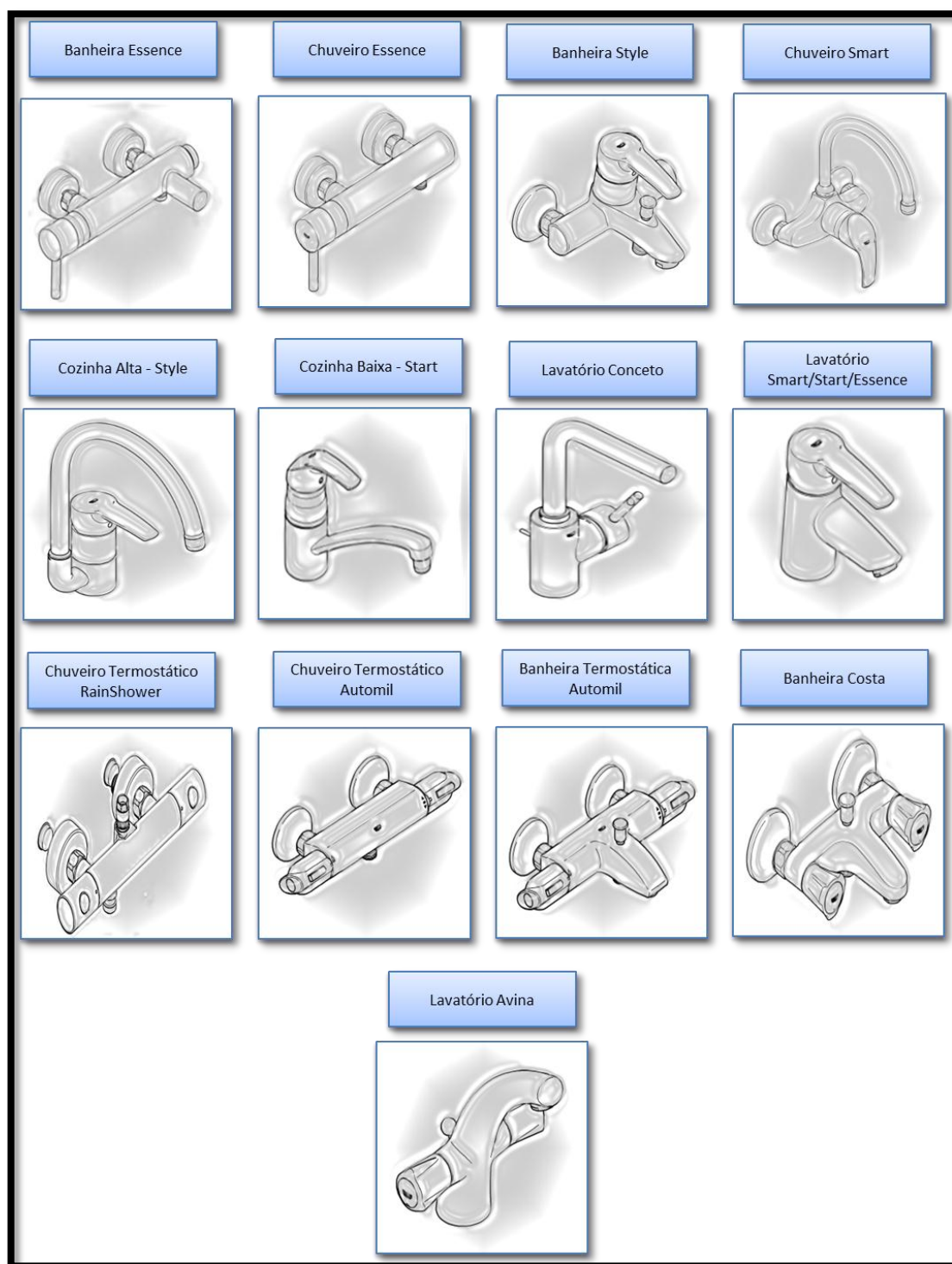


Figura 46 Produtos incluídos no projeto

Essa seleção, dentro da grande variedade de produtos existentes, foi efetuada de maneira a que no seu conjunto todas as operações mais preponderantes fossem incluídas neste projeto.

4.1. ESTUDO DOS TEMPOS E BALANCEAMENTOS

Foi realizado um conjunto de estudos de tempos, através da cronometragem e da folha de tempos criada pelo departamento de Engenharia da Grohe Portugal, a todos os produtos incluídos neste projeto. Em cada um dos estudos, as tarefas foram inicialmente divididas em operações elementares e foi registada uma descrição completa do processo. Posteriormente foram registados os tempos gastos pelos operadores nas operações elementares e avaliado o seu fator de ritmo em cada uma delas.

Por norma, devido à experiência adquirida ao longo do tempo e ao conhecimento do processo e dos operadores existentes na montagem, o departamento de engenharia regista inicialmente cerca de 15 tempos, o que na grande maioria dos casos é um valor de registos suficiente.

A divisão das operações, assim como os valores dos tempos registados, o valor do fator de ritmo e restantes valores inerentes a cada operação e a cada operador encontram-se apresentados no Anexo A (anexo incluído no CD-ROM). Neste anexo, para cada um dos estudos, a primeira página é referente à divisão adotada das operações pelos operadores na altura em que cada estudo foi realizado. Na última página encontra-se essa mesma informação de forma mais resumida, mas já com os tempos correspondentes. As restantes páginas de cada um dos estudos referem-se ao registo dos tempos recolhidos e ao tratamento desses mesmos valores. Para cada um dos produtos, foi feito o balanceamento para dois, três e, em alguns casos, para 4 operadores.

4.1.1. BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS CLÁSSICAS

Da família das clássicas foram selecionados dois produtos: o Lavatório Avina (com teste manual) e uma Banheira Costa.

- Lavatório Avina

Como se pode ver na Figura 47, verifica-se que atualmente o primeiro operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 105,76 segundos.

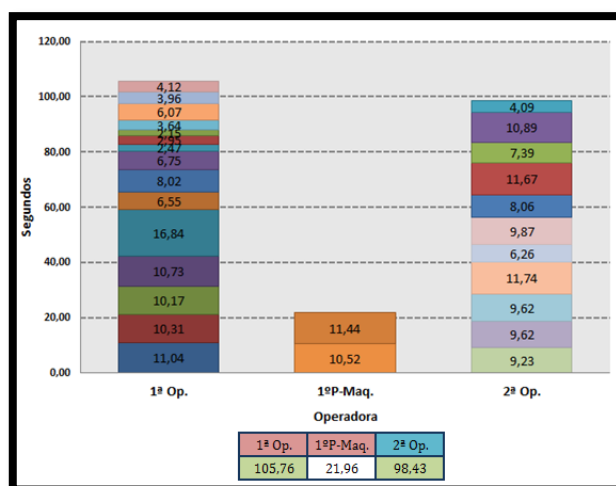


Figura 47 Distribuição dos tempos do lavatório Avina

Com vista a balancear a linha para dois e também para três operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira na bancada” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação dos manípulos” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 33% das vezes e o 2º operador 67% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 48 é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de dois operadores.

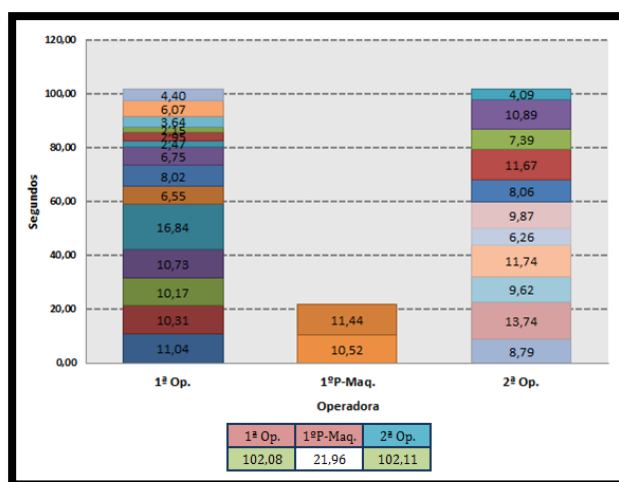


Figura 48 Distribuição dos tempos balanceados do lavatório avina para 2 operadores

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Fechar os castelos”;
- a operação “Colocação da torneira na zona de testes” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 33% das vezes e o 2º operador 67% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do emulsor” (exceto a operação máquina);
- a operação “Limpeza e inspeção final” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 20% das vezes e o 3º operador 80% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 49 é possível verificar a distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

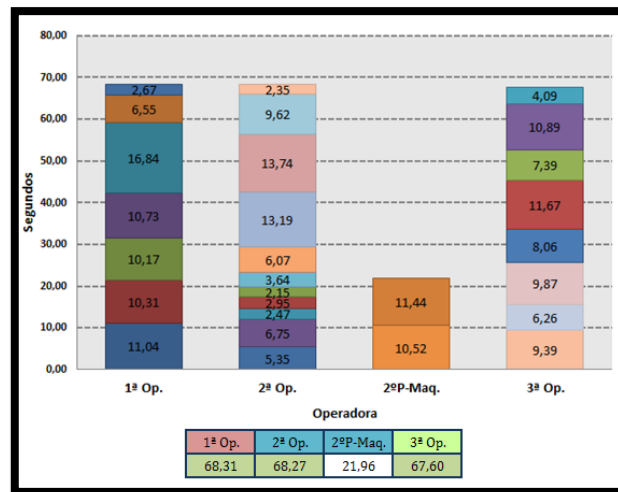


Figura 49 Distribuição dos tempos balanceados do lavatório avina para 3 operadores

Na Tabela 9 podem-se comparar os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 9 Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Avina

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO	
	Nº Operadores	Nº Operadores	
204,19 (seg.)	2	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	105,76	102,11	68,31
Distributivos (%)	22,9%	22,9%	22,9%
Número de peças por turno	208	215	322
Número de peças por pessoa	104	107,5	107,3
Eficiência da linha (%)	96,53%	99,99%	99,64%

- Banheira Costa

Como se pode constatar na Figura 50, de momento o primeiro operador é o *bottleneck* desta linha, tendo as suas operações uma duração média de 69,44 segundos.

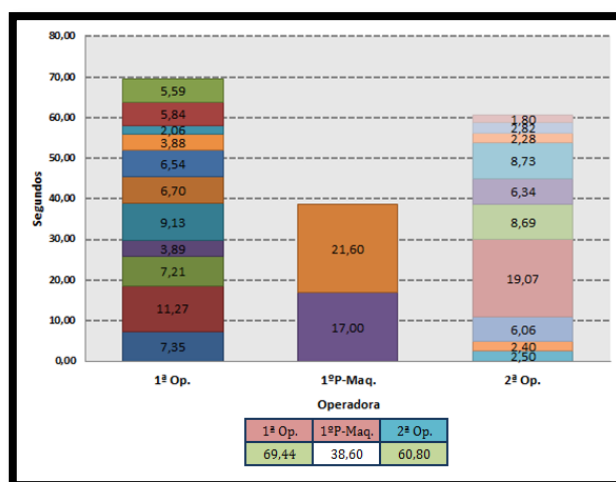


Figura 50 Distribuição dos tempos da Banheira Costa

Com vista a balancear a linha para dois e também para três operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Implementando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Puxar o botão do inversor” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação dos dois manipuladores” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 33% das vezes e o 2º operador 67% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 51 é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com esta nova distribuição das operações e os correspondentes valores dos tempos balanceados para a situação de dois operadores na linha.

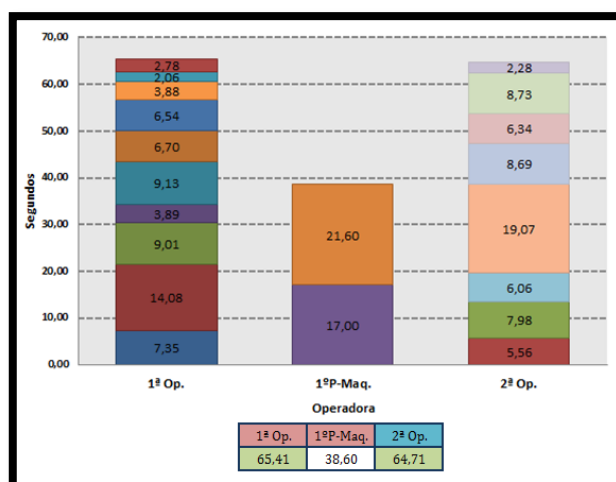


Figura 51 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Costa para 2 operadores

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação e aperto dos dois castelos”;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do casquilho” (exceto as operações máquina);
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Analisando a Figura 52 é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os três operadores.

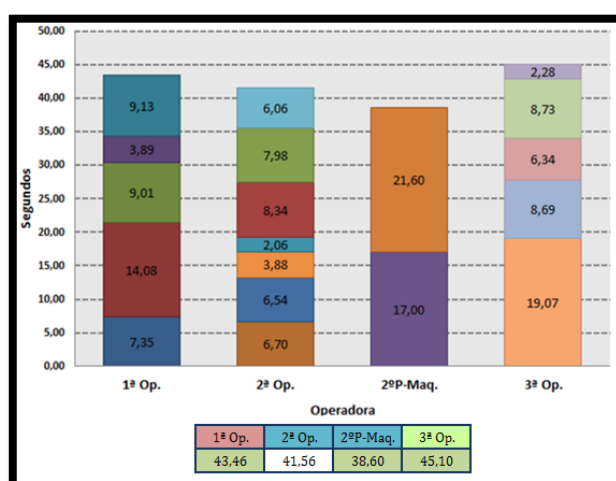


Figura 52 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Costa para 3 operadores

Na Tabela 10 podem-se comparar os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 10 Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Costa

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO	
	Nº Operadores	Nº Operadores	
130,12 (seg.)	2	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	69,44	65,41	45,10
Distributivos (%)	22,9%	22,9%	22,9%
Número de peças por turno	316	336	487
Número de peças por pessoa	158	168	162,3
Eficiência da linha (%)	93,69%	99,46%	96,17%

4.1.2. BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS BANHEIRAS/CHUVEIROS

Da família das Banheiras/Chuveiros foram selecionados quatro produtos: Banheira Smart/Style, Chuveiro Smart/Style, Banheira Essence e Chuveiro Essence.

- Banheira Smart / Style

Como se pode ver na Figura 53, de momento o 2º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 56,15 segundos.

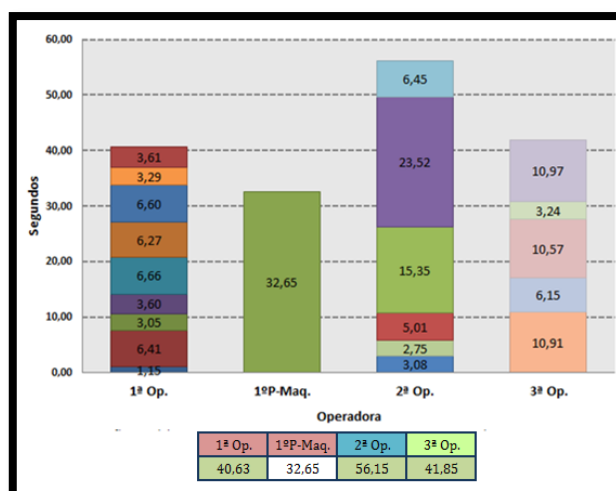


Figura 53 Distribuição dos tempos da Banheira Smart/Style

Com vista a balancear a linha para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do cartuxo e restantes componentes” (operador deixa de esperar pela máquina do aperto do cartuxo);
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação da alavanca, do perno e do tampão” (exceto a operação máquina);
- as operações “Limpeza e inspeção visual final” e “Colocação da torneira num saco” são operações de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-as o 2º operador 50% das vezes e o 3º operador 50% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 54, é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores na linha.

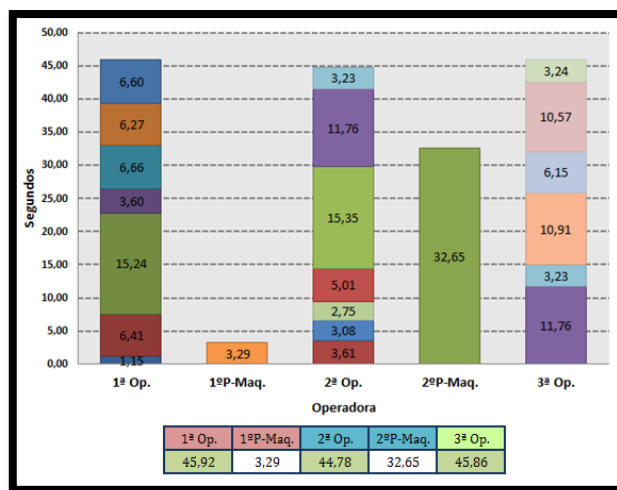


Figura 54 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 3 operadores

Efetuada as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do O'ring e da tampa roscada” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação da alavanca, do perno e do tampão” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 55 é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

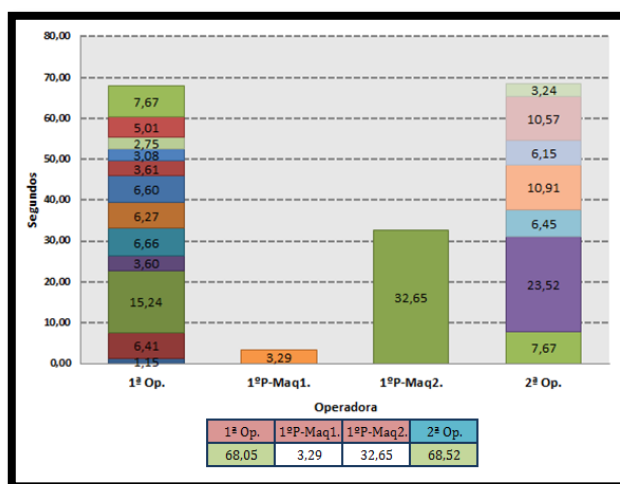


Figura 55 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 2 operadores

Efetuada as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Aperto do inversor e colocação do botão do inversor”;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do O'ring e da tampa roscada” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação da alavanca, do perno e do tampão” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 50% das vezes e o 3º operador 50% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Limpeza e inspeção visual final”;

- a operação “Colocação da torneira num saco” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 50% das vezes e o 4º operador 50% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Na Figura 56 mostra-se a distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

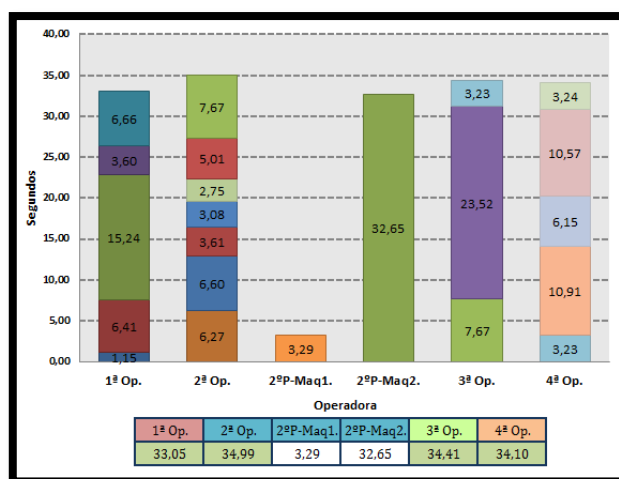


Figura 56 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Smart/Style para 4 operadores

Na Tabela 11 apresentam-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 11 Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Smart/Style

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
136,56 * (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	56,15	68,52	45,92	34,99
Distributivos (%)	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%
Número de peças por turno	419	343	512	672
Número de peças por pessoa	139,7	171,5	170,7	168
Eficiência da linha (%)	83,02%	99,65%	99,13%	97,57%

* Para a situação inicial o tempo total das operações era $136,56 + 3,29 = 139,85$ segundos (operador esperava pela máquina do aperto do cartuxo)

- Chuveiro Smart / Style

Como se pode constatar na Figura 57, atualmente o *bottleneck* desta linha é o 2º operador tendo as suas operações uma duração média de 37,99 segundos.

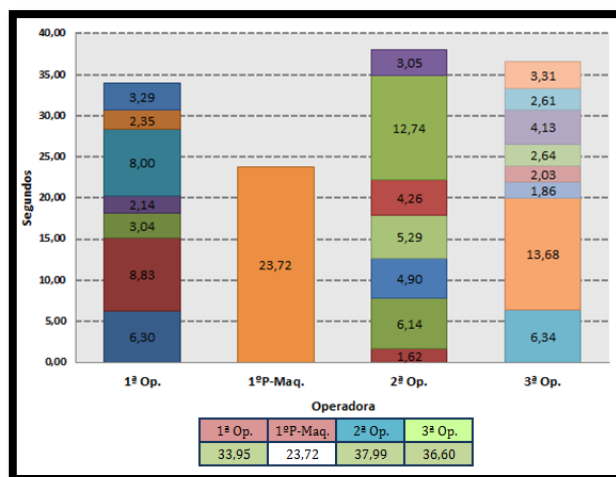


Figura 57 Distribuição dos tempos do Chuveiro Smart/Style

Com vista a balancear a linha para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Implementando as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Substituição do corpo no teste”;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação da torneira num saco” (exceto a operação máquina);
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 58, verifica-se a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

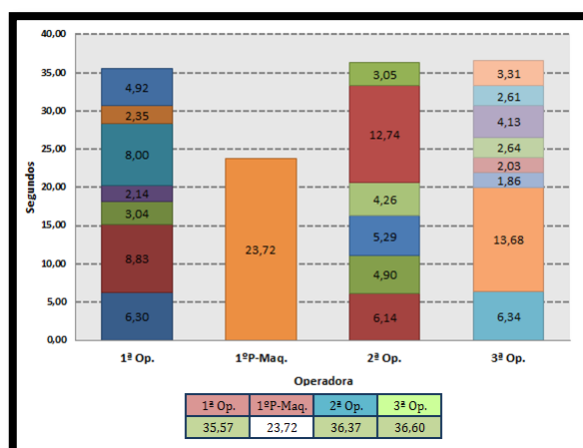


Figura 58 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 3 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do perno” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação do tampão” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Observando a Figura 59 é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

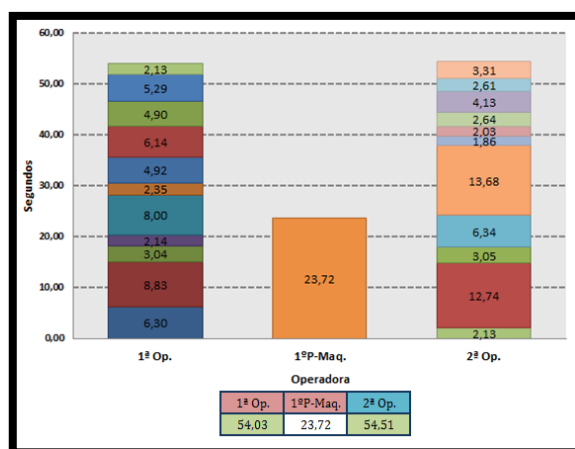


Figura 59 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 2 operadores

Efetuada as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do corpo no módulo do cartuxo”;
- a operação “Colocação do cartuxo e restantes componentes” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 75% das vezes e o 2º operador 25% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do perno” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação do tampão” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 50% das vezes e o 3º operador 50% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Montar nova caixa e colocar condicionador e torneira”;
- a operação “Colocação de dois condicionadores” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 25% das vezes e o 4º operador 75% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Na Figura 60 constata-se a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

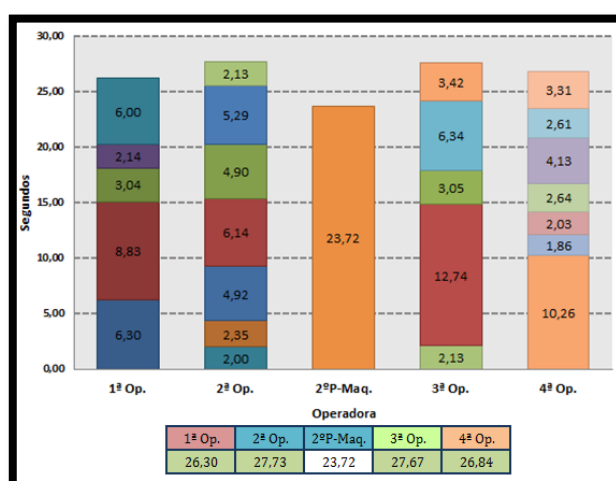


Figura 60 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Smart/Style para 4 operadores

Na Tabela 12 apresentam-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 12 Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Smart/Style

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
108,54 (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	37,99	54,41	36,60	27,73
Distributivos (%)	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%
Número de peças por turno	619	432	643	848
Número de peças por pessoa	206,3	216	214,3	212
Eficiência da linha (%)	95,24%	99,74%	98,85%	97,85%

- Banheira Essence

Como se pode ver na Figura 61, o 2º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 95,61 segundos.

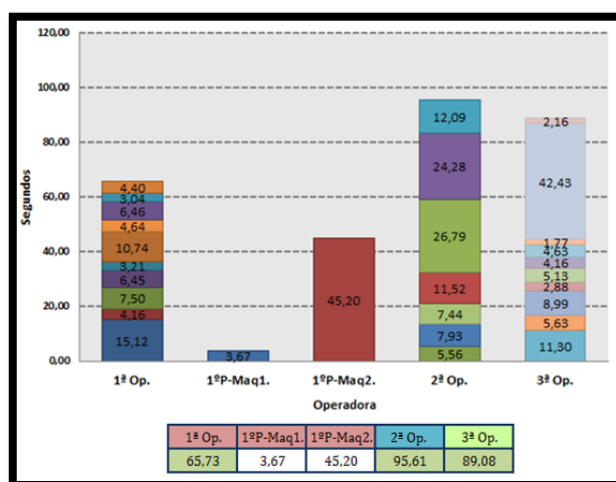


Figura 61 Distribuição dos tempos da Banheira Essence

Com vista a balancear a linha, para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira na zona de teste” (exceto a operação máquina);
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação dos O’rings na tampa do botão de pressão” (exceto a operação máquina);
- as operações “Limpeza da torneira” e “Colocação da torneira num saco” são operações partilhadas entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 25% das vezes e o 3º operador 75% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 62 é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

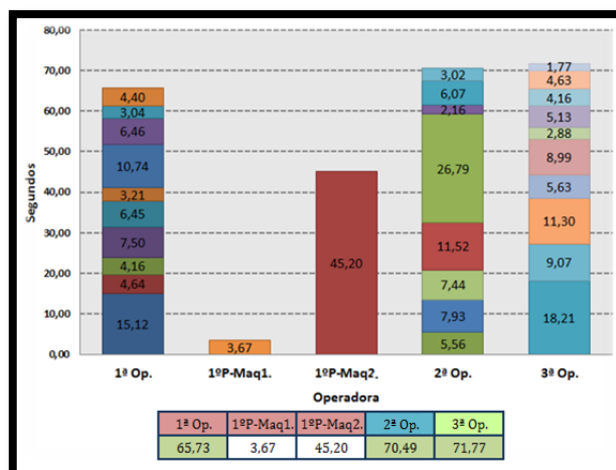


Figura 62 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 3 operadores

Implementando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do perno e do bujão” (exceto as operações máquina);
- a operação “Montagem do botão de pressão” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 25% das vezes e o 2º operador 75% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

É possível verificar através da análise da Figura 63 a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

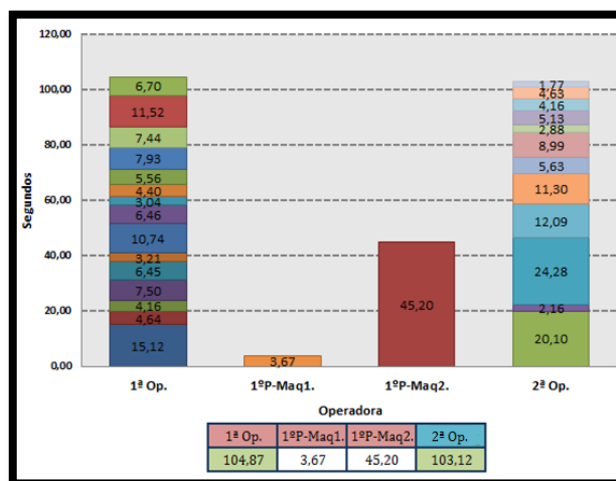


Figura 63 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 2 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do Cartuxo”;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do perno e do bujão” (exceto as operações máquina);
- a operação “Montagem do botão de pressão” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 25% das vezes e o 3º operador 75% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Limpeza da torneira”;
- a operação “Colocação da torneira num saco” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 50% das vezes e o 4º operador 50% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Através da observação da Figura 64, é possível constatar a distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de quatro operadores.

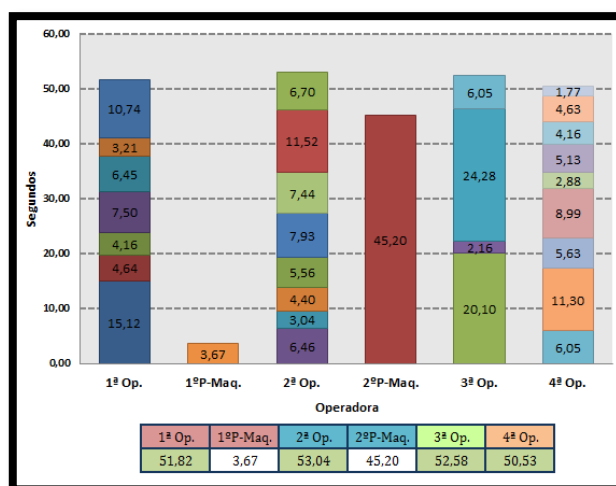


Figura 64 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Essence para 4 operadores

Na Tabela 13 podem-se comparar os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 13 Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Essence

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
207,98 * (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	95,61	104,87	71,77	53,04
Distributivos (%)	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%
Número de peças por turno	246	224	328	443
Número de peças por pessoa	82	112	109,3	110,8
Eficiência da linha (%)	87,30%	99,16%	96,60%	98,03%

* Para a situação inicial o tempo total das operações era $207,98 + 42,43 = 250,41$ segundos
(3º operador demorava demasiado tempo a limpar o corpo pois ficava sem nada para fazer devido à linha não estar devidamente balanceada)

- Chuveiro Essence

Como se pode constatar na Figura 65, de momento o 2º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 57,93 segundos.

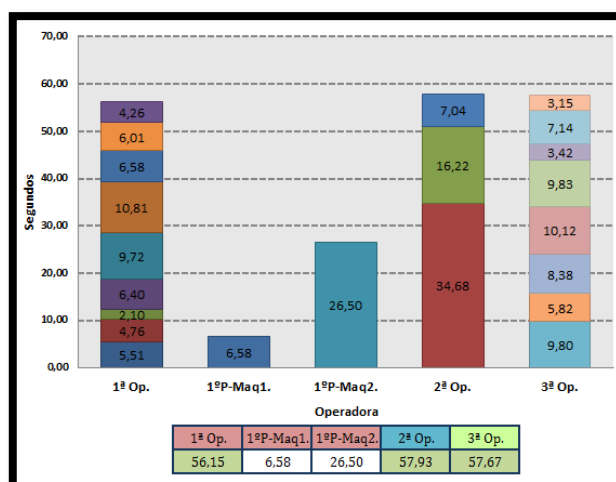


Figura 65 Distribuição dos tempos do Chuveiro Essence

Com vista a balancear a linha, para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do O’ring e da tampa” (exceto a operação máquina);
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Limpeza e inspeção visual final” (exceto a operação máquina);
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

É possível verificar através da análise da Figura 66 a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores na linha.

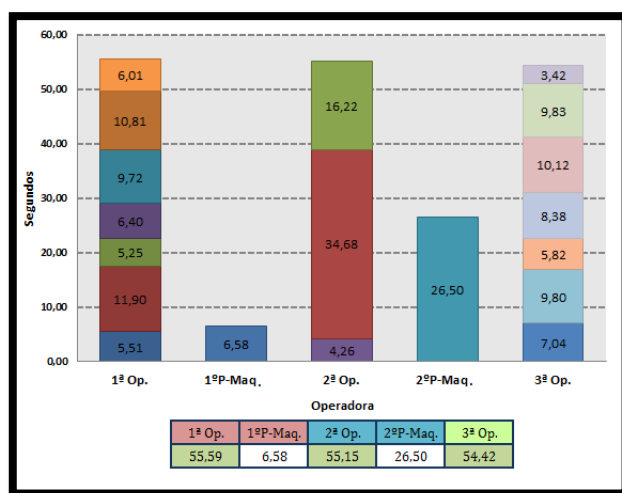


Figura 66 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 3 operadores

Implementando as devidas alterações, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Substituição do corpo na zona de teste” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação da válvula, da alavanca e da tampa” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 67% das vezes e o 2º operador 33% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações (exceto a operação máquina).

A Figura 67 mostra a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

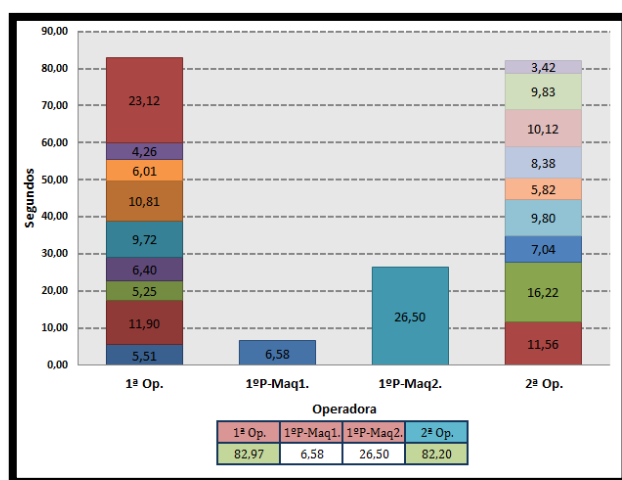


Figura 67 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 2 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do vedante e do bujão”;
- a operação “Colocação do Cartuxo e restantes componentes” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 20% das vezes e o 2º operador 80% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Substituição do corpo na zona de teste (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação da válvula, da alavanca e da tampa” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 60% das vezes e o 3º operador 40% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira num saco” (exceto a operação máquina);
- a operação “Montar a caixa” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 50% das vezes e o 4º operador 50% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Na Figura 68 apresenta-se a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

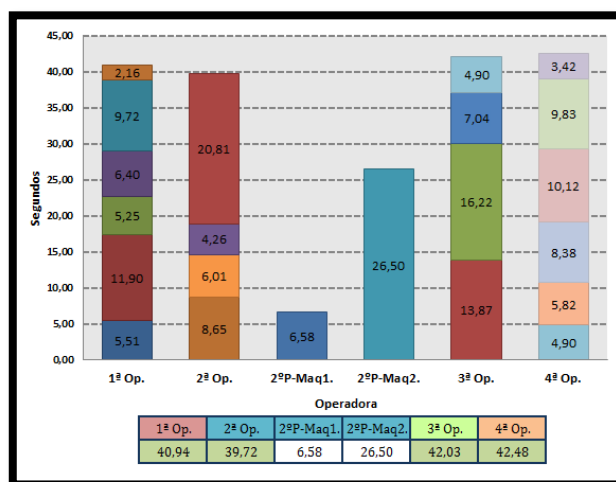


Figura 68 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Essence para 4 operadores

A Tabela 14 apresenta os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados, para possível comparação.

Tabela 14 Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Essence

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
165,17 * (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	57,93	82,97	55,59	42,48
Distributivos (%)	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%
Número de peças por turno	406	283	423	554
Número de peças por pessoa	135,3	141,5	141	138,5
Eficiência da linha (%)	98,83%	99,54%	99,04%	97,20%

* Para a situação inicial o tempo total das operações era $165,17 + 6,58 = 171,75$ segundos
(operador esperava pela máquina do aperto do cartuxo)

4.1.3. BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DOS LAVATÓRIOS/BIDÉS

Da família das Lavatórios/Bidés foram selecionados dois produtos: Lavatório Conceto e Lavatório Style/Smart/Essence.

- Lavatório Conceto

Analisando a Figura 69, verifica-se que o primeiro operador é atualmente o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 66,98 segundos.

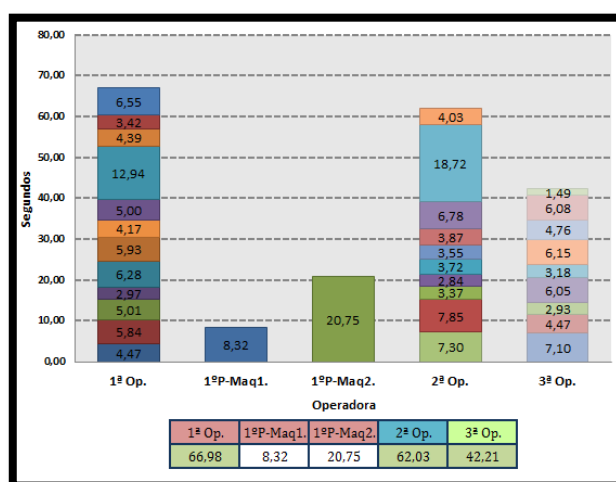


Figura 69 Distribuição dos tempos do Lavatório Conceto

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação dos tubos” (exceto a operação máquina);
- a operação “Retirar torneira anterior da zona de testes” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do elástico” (exceto a operação máquina);
- as operações “Limpeza da torneira” e “Colocação da torneira num saco” são operações de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 25% das vezes e o 3º operador 75% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Através da análise da Figura 70, é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

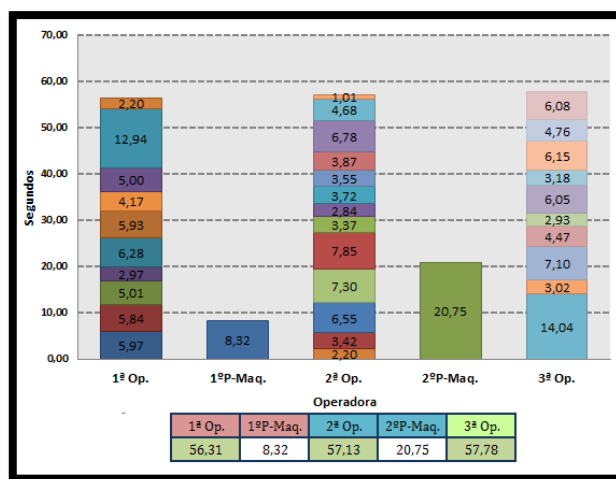


Figura 70 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 3 operadores

Implementando as necessárias alterações, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do parafuso” (exceto as operações máquina);

- a operação “Colocação do bujão” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 67% das vezes e o 2º operador 33% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Pela análise da Figura 71, é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

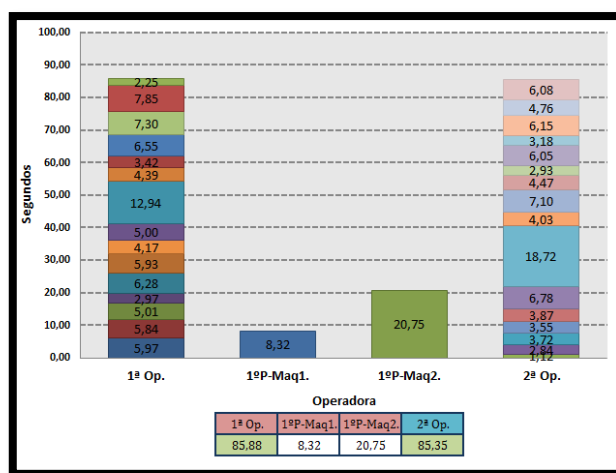


Figura 71 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 2 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da tampa roscada e o corpo no suporte” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação dos tubos” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 25% das vezes e o 2º operador 75% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do bujão” (exceto a operação máquina);
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Limpeza da torneira”;
- a operação “Colocação da torneira num saco” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 50% das vezes e o 4º operador 50% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Da análise da Figura 72, é possível constatar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

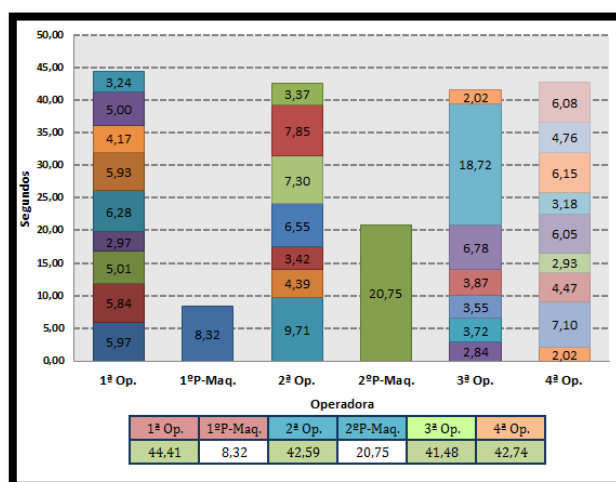


Figura 72 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Conceto para 4 operadores

Na Tabela 15 é possível comparar os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 15 Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Conceto

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
171,23	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	66,98	85,88	57,78	44,41
Distributivos (%)	13,1%	13,1%	13,1%	13,1%
Número de peças por turno	356	278	413	538
Número de peças por pessoa	118,7	139	137,7	134,5
Eficiência da linha (%)	85,47%	99,69%	98,78%	96,39%

- Lavatório Style/Smart/Essence

Como se pode constatar na Figura 73, atualmente verifica-se que o 3º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 40,02 segundos.

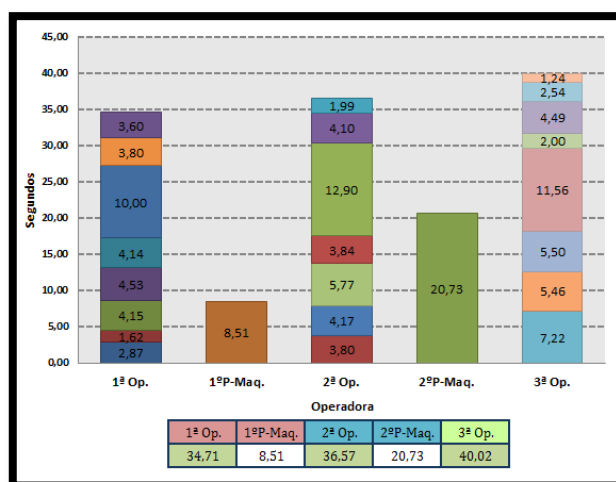


Figura 73 Distribuição dos tempos do Lavatório Style/Smart/Essence

Com vista a balancear a linha, para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Efetuada as necessárias alterações, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Aperto do Cartuxo” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação do emulsor e da tampa roscada com O’ring” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 80% das vezes e o 2º operador 20% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do bujão” (exceto a operação máquina);
- as operações “Limpeza da torneira” e “Colocação da torneira num saco com bolhas” são operações de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 75% das vezes e o 3º operador 25% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

É possível verificar através da análise da Figura 74 a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

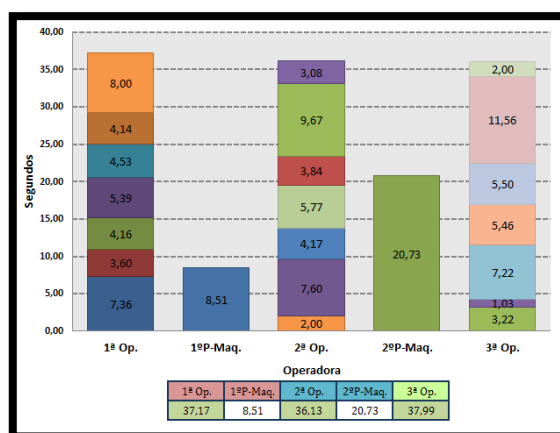


Figura 74 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 3 operadores

Implementando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do manípulo” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação do parafuso” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 75% das vezes e o 2º operador 25% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

A Figura 75 mostra a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

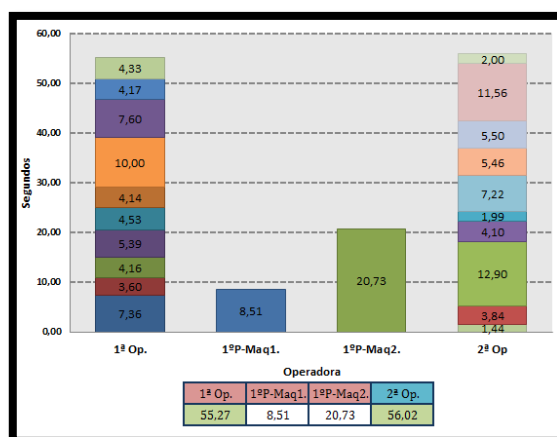


Figura 75 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 2 operadores

Realizando as necessárias alterações, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do corpo na máquina de aperto do cartuxo”;
- a operação “Colocação cartuxo e seus componentes ” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 75% das vezes e o 2º operador 25% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do parafuso” (exceto as operações máquina);
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira no suporte”;
- a operação “Monta a caixa” é a operação de partilha entre o 3º e o 4º operador, executando-a o 3º operador 67% das vezes e o 4º operador 33% das vezes;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Analisando a Figura 76 é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

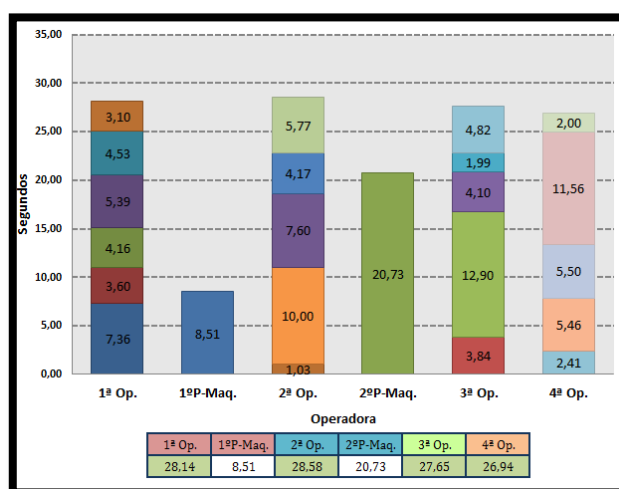


Figura 76 Distribuição dos tempos balanceados do Lavatório Style/Smart/Essence para 4 operadores

Na Tabela 16 apresentam-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, para os vários cenários apresentados.

Tabela 16 Valores referentes aos balanceamentos do Lavatório Style/Smart/Essence

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
111,30 (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	40,02	56,02	37,99	28,58
Distributivos (%)	13,1%	13,1%	13,1%	13,1%
Número de peças por turno	597	426	628	835
Número de peças por pessoa	199	213	209,3	208,8
Eficiência da linha (%)	92,70%	99,34%	97,66%	97,36%

4.1.4. BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS COZINHAS

Da família das Cozinhas foram selecionados dois produtos: Cozinha Baixa – Start e Cozinha Alta – Style.

- Cozinha Baixa – Start

Como se pode ver na Figura 77, verifica-se que atualmente o primeiro operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 50,14 segundos.

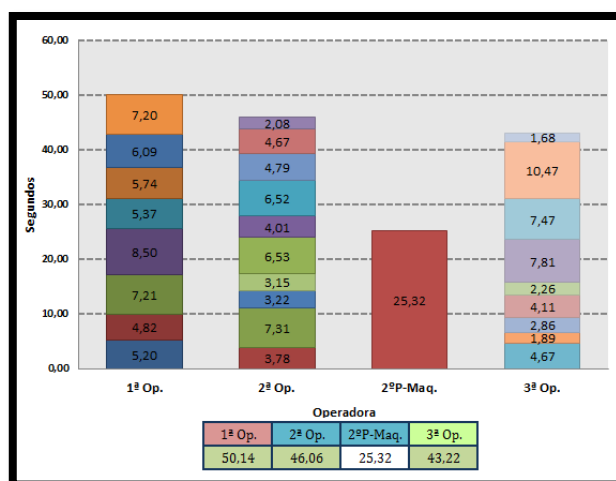


Figura 77 Distribuição dos tempos da Cozinha Baixa - Start

Com vista a balancear a linha, para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da tampa roscada para prender o cartuxo e colocação do cartuxo”;
- a operação “Montagem da bica” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do tampão e rodar a torneira e colocá-la no posto seguinte” (exceto a operação máquina);
- a operação “Limpeza da torneira” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 33% das vezes e o 3º operador 67% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Da análise da Figura 78, é possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

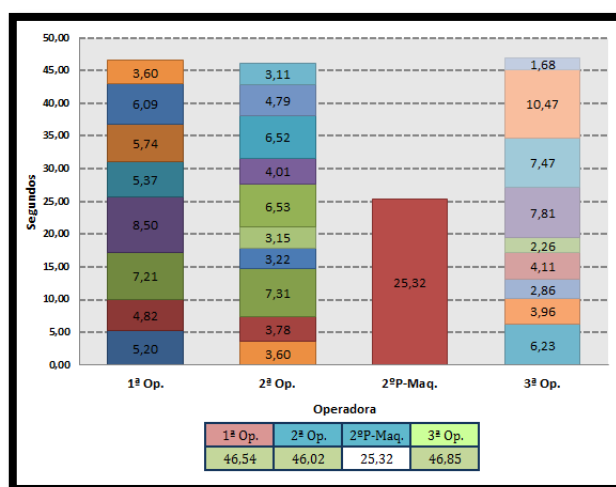


Figura 78 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 3 operadores

Implementando as alterações devidas, para dois operadores as operações ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Teste da torneira” (exceto a operação máquina);

- a operação “Colocação da tampa roscada e alavanca e rodar a torneira” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 33% das vezes e o 2º operador 67% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Por análise da Figura 79, é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

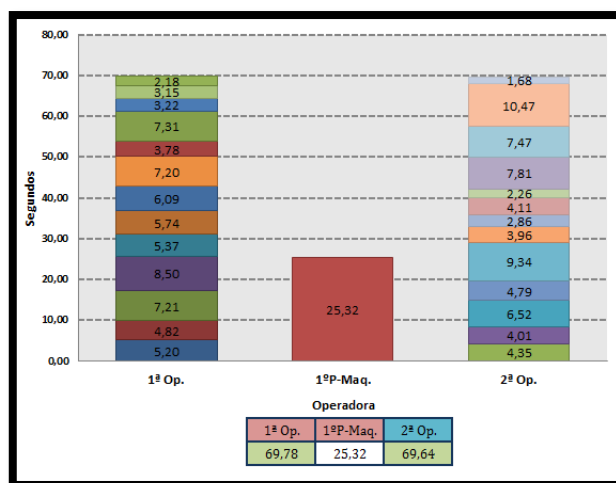


Figura 79 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 2 operadores

Realizando as devidas alterações, para quatro operadores as operações ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do último O’ring e colocação do corpo no posto seguinte”;
- a operação “Colocação da bica” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 67% das vezes e o 2º operador 33% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação da nova torneira na zona de testes”;
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira num saco” (exceto a operação máquina);
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

A Figura 80 apresenta a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

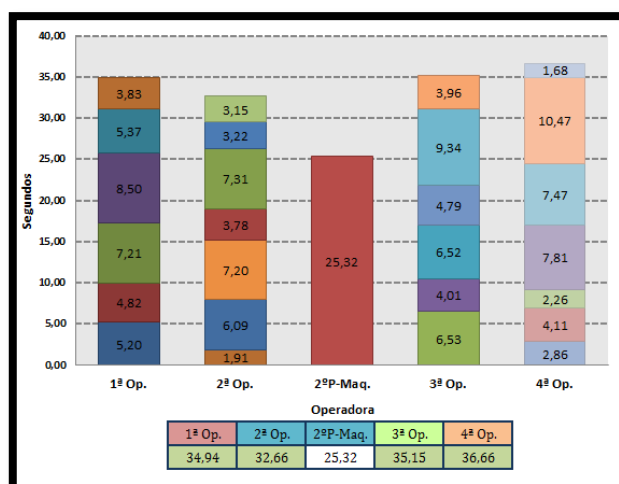


Figura 80 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Baixa - Start para 4 operadores

Na Tabela 17 mostram-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, para os vários cenários considerados.

Tabela 17 Valores referentes aos balanceamentos da Cozinha Baixa - Start

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
139,41	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	50,14	69,78	46,85	36,66
Distributivos (%)	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
Número de peças por turno	509	366	545	697
Número de peças por pessoa	169,7	183	181,7	174,3
Eficiência da linha	92,68%	99,89%	99,19%	95,07%

- Cozinha Alta – Style

De momento o 3º operador é o *bottleneck* desta linha, como se pode constatar na Figura 81, tendo as suas operações uma duração média de 44,58 segundos.

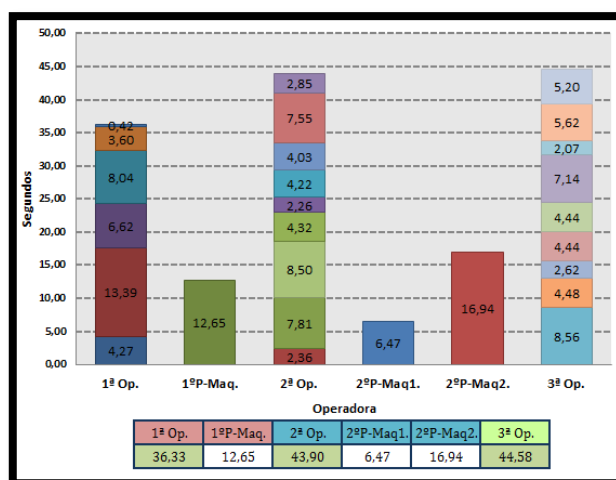


Figura 81 Distribuição dos tempos da Cozinha Alta - Style

Com vista a balancear a linha, para três e também para dois e quatro operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, desta forma reduzindo o *bottleneck*.

Efetuando as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira no módulo do aperto do cartuxo” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação do cartuxo e restantes componentes” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 33% das vezes e o 2º operador 67% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação da torneira no suporte de limpeza” (exceto as operações máquina);
- a operação “Limpeza da torneira” é a operação de partilha entre o 2º e o 3º operador, executando-a o 2º operador 50% das vezes e o 3º operador 50% das vezes;
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

É possível verificar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações (através da análise da Figura 82) e os valores dos tempos balanceados para a situação de três operadores.

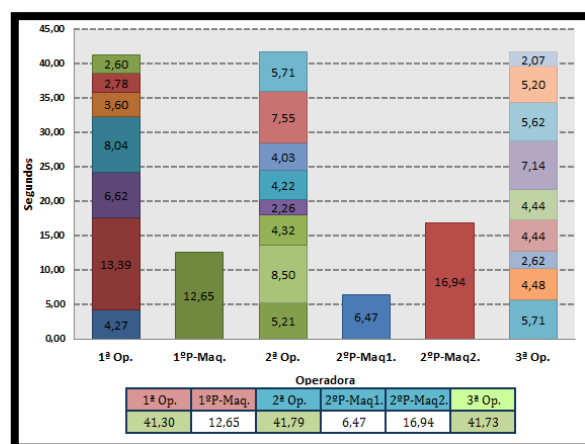


Figura 82 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 3 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação do O’ring” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação da tampa roscada” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 20% das vezes e o 2º operador 80% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

A Figura 83 mostra a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os dois operadores.

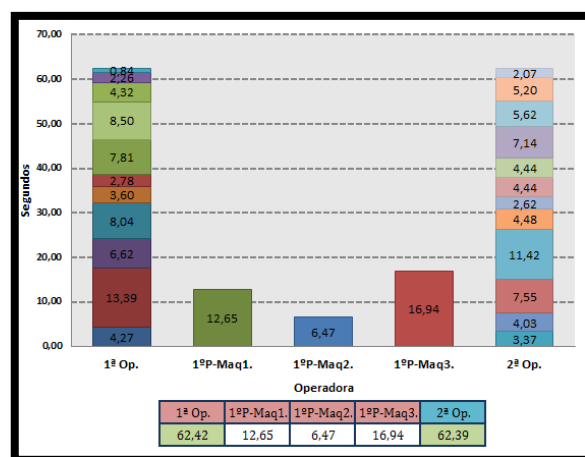


Figura 83 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 2 operadores

Após implementar as alterações necessárias, as operações para quatro operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação e aperto da cavilha” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação dos tubos” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 80% das vezes e o 2º operador 20% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação do O’ring” (exceto as operações máquina);
- o 3º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação da torneira num saco”;
- o 4º operador realiza todas as restantes operações.

Da análise da Figura 84, é possível verificar a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os quatro operadores.

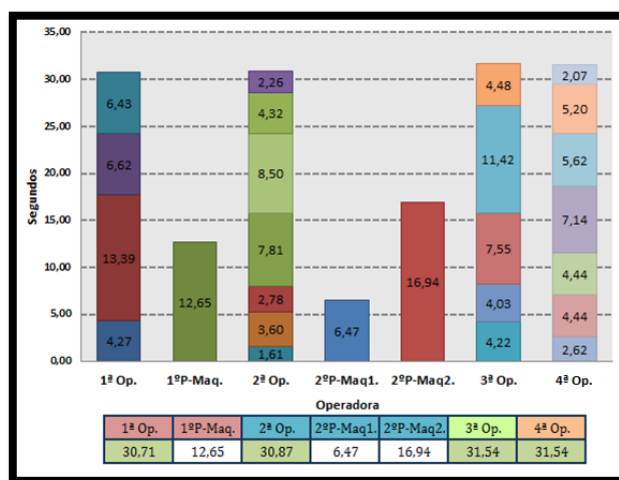


Figura 84 Distribuição dos tempos balanceados da Cozinha Alta - Style para 4 operadores

Na Tabela 18 apresentam-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e os cenários apresentados.

Tabela 18 Valores referentes aos balanceamentos da Cozinha Alta - Style

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO		
	Nº Operadores	Nº Operadores		
124,82 (seg.)	3	2	3	4
<i>Bottleneck</i> (seg.)	44,58	62,42	41,79	31,54
Distributivos (%)	10,3%	10,3%	10,3%	10,3%
Número de peças por turno	549	392	586	776
Número de peças por pessoa	183,0	196	195,3	194,0
Eficiência da linha (%)	93,33%	99,98%	99,56%	98,94%

4.1.5. BALANCEAMENTOS DOS PRODUTOS DA FAMÍLIA DAS TERMOSTÁTICAS

Da família das Termostáticas foram selecionados três produtos: Banheira Termostática Automil, Chuveiro Termostático Automil e o Chuveiro Termostático Rainshower.

- Banheira Termostática Automil

Como se mostra na Figura 85, atualmente o 2º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 81,27 segundos.

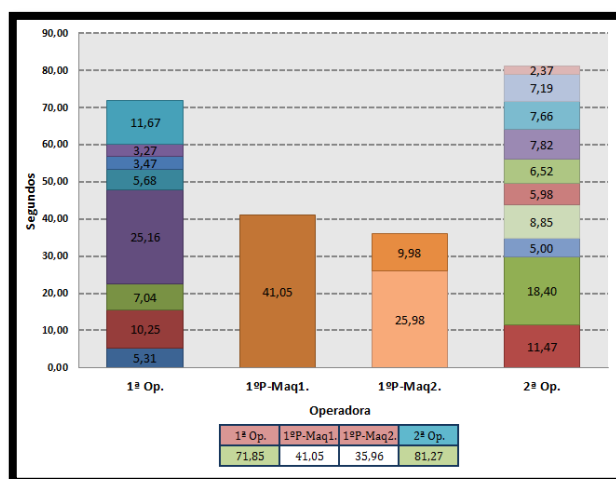


Figura 85 Distribuição dos tempos da Banheira Termostática Automil

Com vista a balancear a linha reduzindo o *bottleneck*, para dois e também para três operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações.

Efetuada as devidas alterações, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Iniciar a secagem ” (exceto as operações máquina);
- a operação “Colocação do manípulo e da válvula antiretorno é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 40% das vezes e o 2º operador 60% das vezes;
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Analisando a Figura 86, constata-se a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de dois operadores.

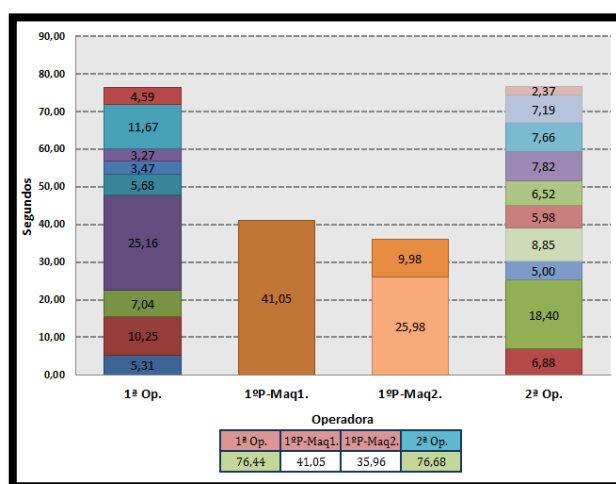


Figura 86 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Termostática Automil para 2 operadores

Procedendo às alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação de vários componentes no suporte giratório”;
- a operação “Substituição dos corpos no módulo de teste” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Limpeza e inspeção visual da torneira” (exceto as operações máquina);

- o 3º operador realiza todas as restantes operações (exceto a operação máquina);

A Figura 87 apresenta a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os três operadores.

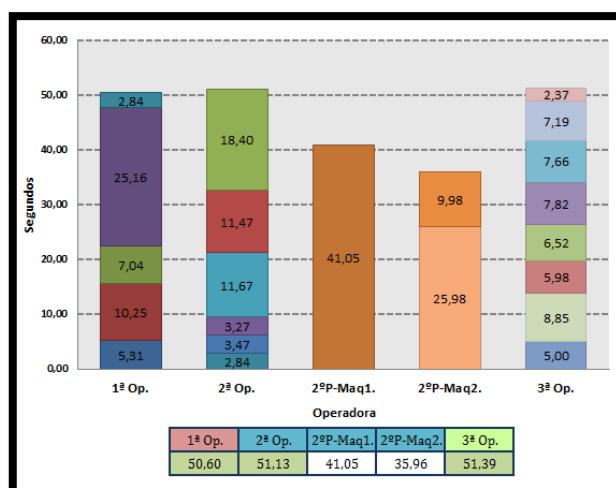


Figura 87 Distribuição dos tempos balanceados da Banheira Termostática Automil para 3 operadores

Na Tabela 19 mostram-se os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, para os cenários apresentados.

Tabela 19 Valores referentes aos balanceamentos da Banheira Termostática Automil

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO	
	Nº Operadores	Nº Operadores	
153,12 (seg.)	2	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	81,27	76,68	51,39
Distributivos (%)	15,8%	15,8%	15,8%
Número de peças por turno	287	304	454
Número de peças por pessoa	143,5	152	151,3
Eficiência da linha (%)	94,20%	99,84%	99,32%

- Chuveiro Termostático Automil

Observando a Figura 88, conclui-se que o primeiro operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 64,64 segundos.

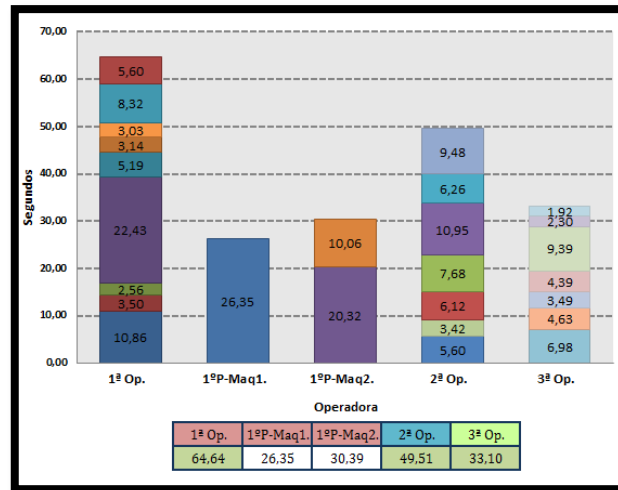


Figura 88 Distribuição dos tempos do Chuveiro Termostático Automil

Com vista a balancear a linha, para dois e também para três operadores, reduzindo assim o *bottleneck*, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações.

Efetuada as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocar a torneira no suporte” (exceto as operações máquina);
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Verifica-se a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações, como se vê na Figura 89, onde são apresentados os valores dos tempos balanceados para a situação de dois operadores.

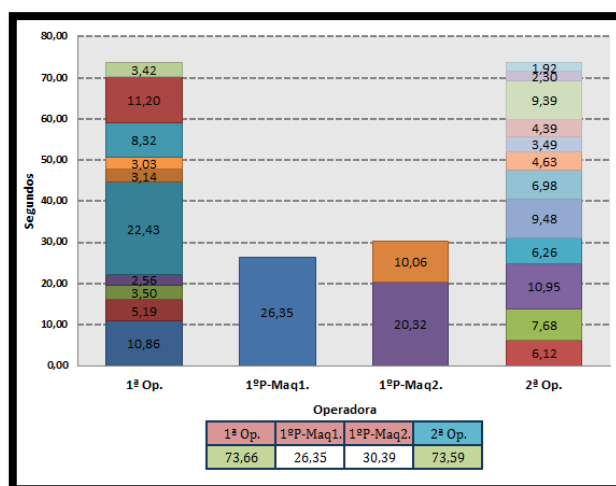


Figura 89 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Automil para 2 operadores

Realizando as alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “1º Teste” (exceto a operação máquina);
- a operação “Colocação do corpo no teste de água” é a operação de partilha entre o 1º e o 2º operador, executando-a o 1º operador 50% das vezes e o 2º operador 50% das vezes;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Limpeza e inspeção visual da torneira” (exceto as operações máquina);
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Por análise da Figura 90, verifica-se a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os três operadores.

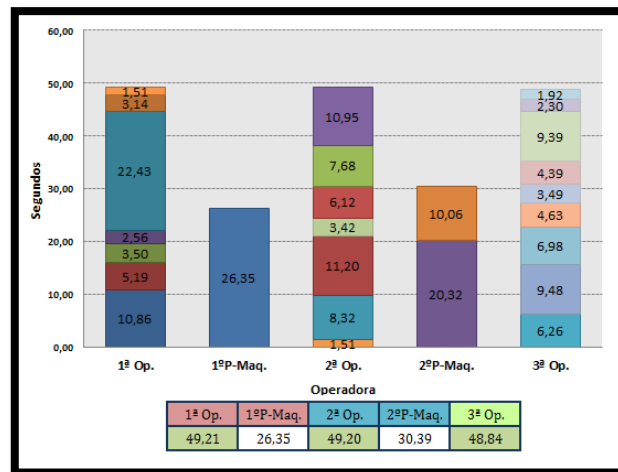


Figura 90 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Automil para 3 operadores

Na Tabela 20 são apresentados os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, para o cenário existente e para os propostos.

Tabela 20 Valores referentes aos balanceamentos do Chuveiro Termostático Automil

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO	
	Nº Operadores	Nº Operadores	
147,25 (seg.)	3	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	64,64	73,66	49,21
Distributivos (%)	15,8%	15,8%	15,8%
Número de peças por turno	361	317	474
Número de peças por pessoa	120,3	158,5	158,0
Eficiência da linha (%)	75,93%	99,95%	99,74%

- Chuveiro Termostático Rainshower

A Figura 91 mostra que atualmente o 2º operador é o *bottleneck* desta linha tendo as suas operações uma duração média de 75,09 segundos.

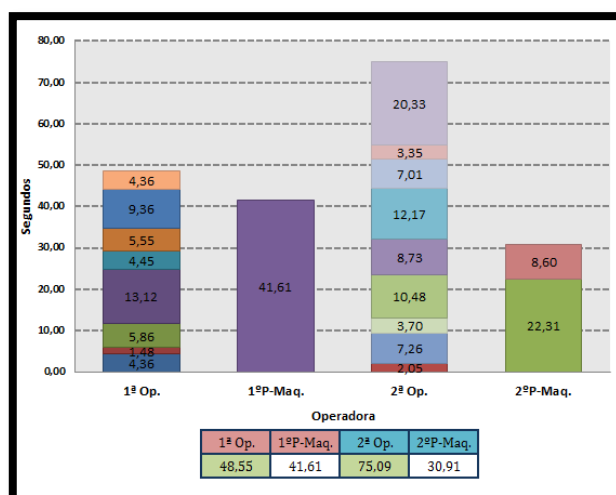


Figura 91 Distribuição dos tempos do Chuveiro Termostático Rainshower

Com vista a balancear a linha, para dois e também para três operadores, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck*.

Implementando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Iniciar a Secagem” (exceto as operações máquina);
- o 2º operador realiza todas as restantes operações.

Analisando a Figura 92, é possível comprovar a diminuição do *bottleneck* com a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação de dois operadores.

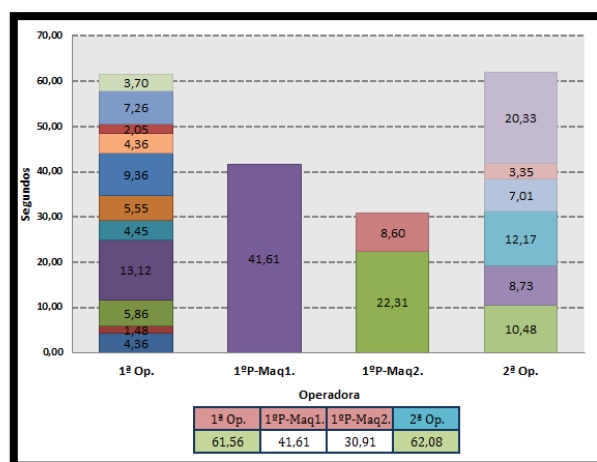


Figura 92 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower para 2 operadores

Procedendo às alterações necessárias, as operações para três operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- o 1º operador realiza todas as operações até à operação “Colocação e aperto do cartuxo e da porca M36”;
- o 2º operador realiza as restantes operações até à operação “Colocação da Válvula e da tampa” (exceto as operações máquina);
- o 3º operador realiza todas as restantes operações.

Na Figura 93 encontra-se a nova distribuição das operações e os valores dos tempos balanceados para a situação da linha com os três operadores.

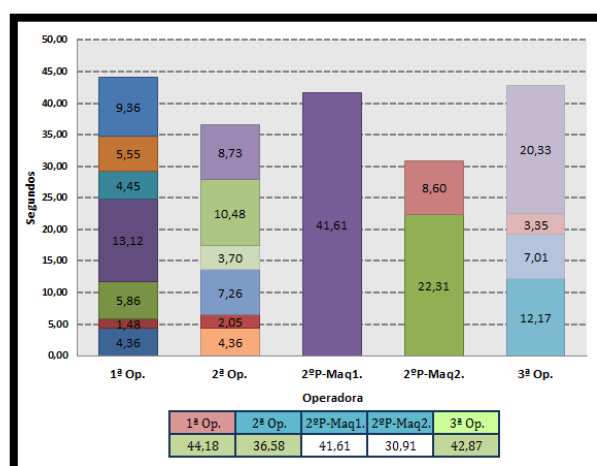


Figura 93 Distribuição dos tempos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower para 3 operadores

Na Tabela 21 são apresentados os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, para os cenários apresentados.

Tabela 21 Valores referentes aos balanceamentos balanceados do Chuveiro Termostático Rainshower

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO	
	Nº Operadores	Nº Operadores	
123,64 (seg.)	2	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	75,9	62,08	44,18
Distributivos (%)	15,8%	15,8%	15,8%
Número de peças por turno	307	376	528
Número de peças por pessoa	153,5	188	176,0
Eficiência da linha (%)	81,45%	99,58%	93,29%

Em suma, com os balanceamentos efetuados é possível verificar em todos os produtos selecionados que existe um aumento de eficiência da linha. Contudo é também possível verificar que em todos os casos, o balanceamento perfeito é praticamente impossível de atingir uma vez que a sequência das operações e/ou a sua divisão assim não o permite.

4.2. DEFINIÇÃO DA LINHA

Com o intuito de minimizar os custos, e devido ao espaço existente, foi definido que a linha de montagem para formação deveria ser universal, isto é, na mesma linha deveria ser possível montar torneiras de variadas famílias de produtos.

Para a linha ser universal foi necessário também fazer uma análise a todo o processo de montagem em cada uma das famílias, verificar os módulos necessários para cada montagem e verificar uma possível adaptação de um ou mais módulos de forma a reduzir recursos. Uma vez que as linhas de montagem têm a forma de “U”, a linha de montagem de formação teria também o mesmo conceito, como se pode visualizar na Figura 94.

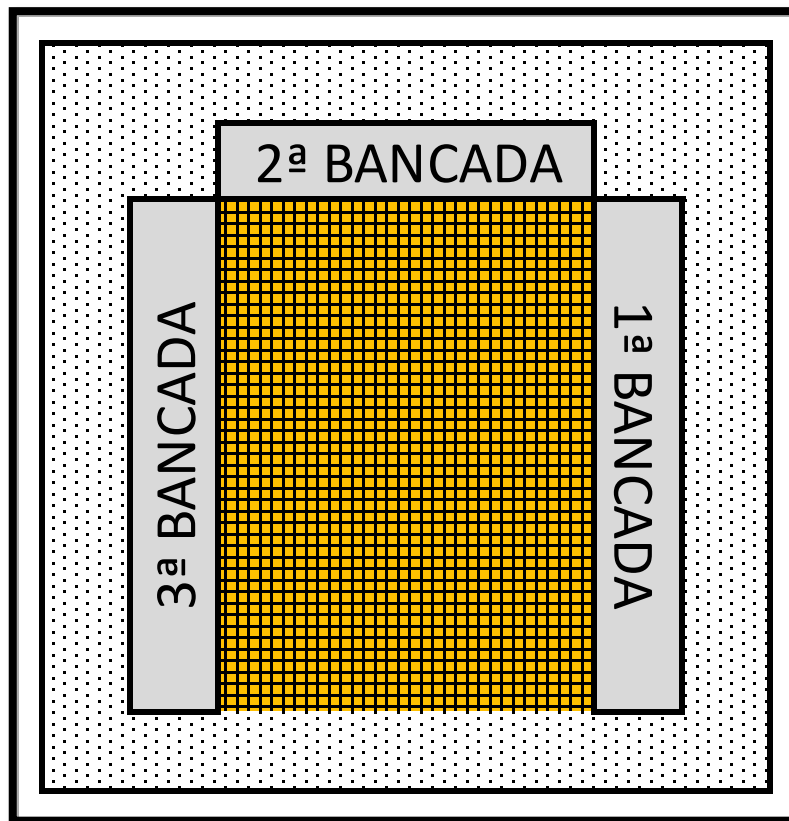


Figura 94 Forma da linha de montagem para formação

Em relação à localização dos componentes, esta foi pré-definida e analisada tendo em consideração os seguintes aspetos:

- a semelhança com as linhas de montagem (de forma à linha ficar o mais parecida possível com a realidade existente);
- a sua acessibilidade para os operadores;
- a sua forma de abastecimento (se é feito em caixas ou não);
- fácil substituição de componentes (de forma a facilitar a remoção dos componentes existentes e colocação de novos para uma formação diferente da anterior);
- dimensão dos componentes;
- a sequência das operações.

Levando em consideração todos estes dados, foi desenvolvido um desenho da linha em 3D, através do *software* Solid Works, o que permitiu analisar e estruturar previamente, e de forma detalhada a todos os níveis, a linha de montagem na sua totalidade, quer a nível de bancadas, quer ao nível de abastecimento.

4.2.1. PRIMEIRA BANCADA

A primeira bancada foi a mais crítica de projetar devido à enorme variedade de operações realizadas em cada um dos produtos e à variedade de ferramentas e componentes necessários. Com o intuito de facilitar a definição da própria linha e de facilitar os *setups*, esta é composta por módulos, ou seja, são encaixados na bancada módulos de ferramentas, gabaris ou tampos, nas duas aberturas frontais que esta possui, como se pode visualizar na Figura 95. A bancada tem 2,5 metros de comprimento e 80 centímetros de largura.

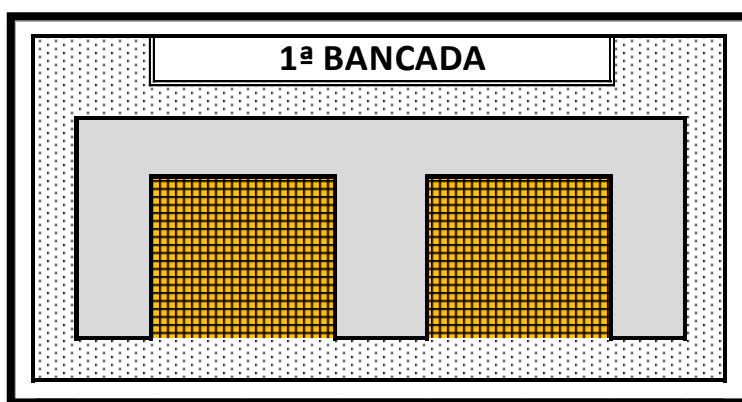


Figura 95 Esquema da primeira bancada da linha de formação

Foi elaborada uma análise ao conjunto de operações a realizar na bancada. Além desse estudo foi elaborada também uma análise à variedade de componentes necessários para cada produto e à sua possível localização na bancada. A bancada é composta por três rampas e seis tubos no interior, e por uma rampa maior de cada uma das laterais, possibilitando assim o aproveitamento de “espaços mortos” no cruzamento das bancadas.

Na Figura 96 é possível ver várias imagens em 3D do desenho da estrutura da primeira bancada e da bancada com o tampo principal. Na Figura 97 apresenta-se a linha montada com e sem tampos e com dois módulos com rodas encaixados na bancada.

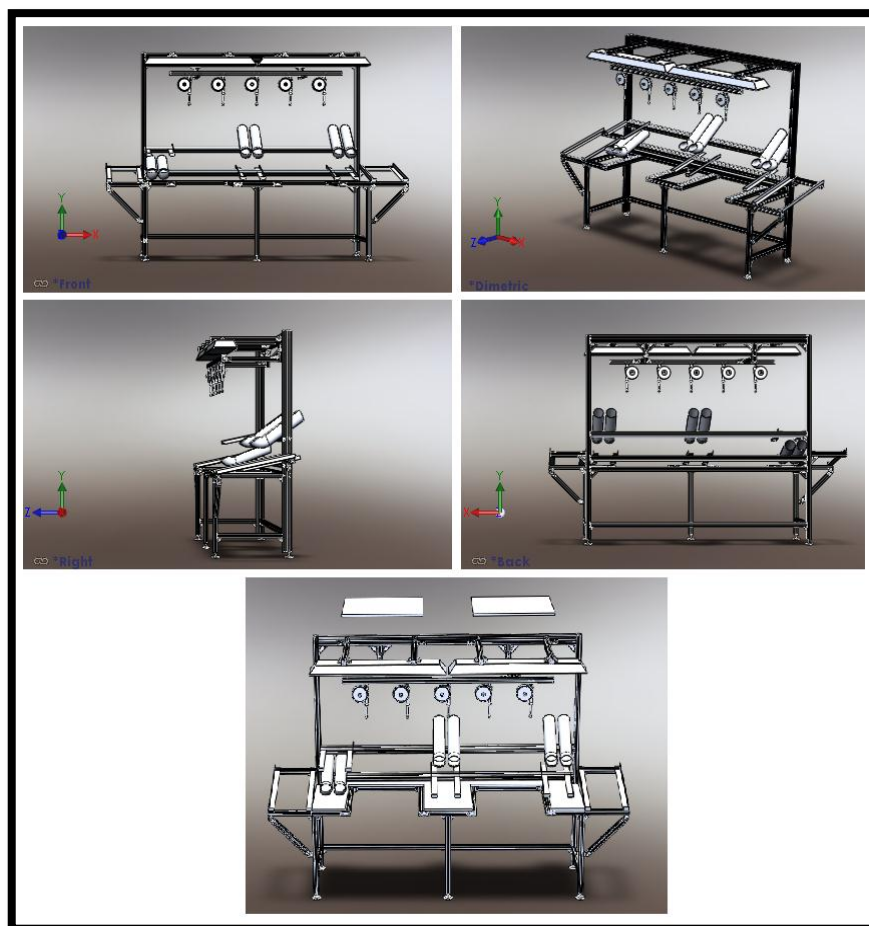


Figura 96 Desenho da primeira bancada da linha de formação em 3D



Figura 97 Primeira bancada da linha de formação montada

Para esta bancada foram também analisadas possíveis adaptações de um ou mais módulos de forma a reduzir recursos. Dois dos módulos necessários foram adaptados possibilitando assim a sua utilização para uma maior variedade de produtos. Grande parte dos produtos selecionados necessitam desses dois módulos em conjunto, ou de pelo menos um deles. Ambos os módulos, que são módulos de aperto de componentes, encontram-se montados em carros amovíveis, facilitando o seu transporte e a sua colocação na primeira bancada, tanto numa abertura, como na outra.

Na Figura 98 mostra-se o módulo de aperto das porcas, das sedes, do casquilho (ou inversor) e dos castelos, que foi ligeiramente alterado de forma a ser utilizado em vários produtos. Pode-se também ver que foram colocadas rampas e tubos no módulo. Essas rampas e tubos terão os componentes necessários para este módulo, libertando assim a bancada para os restantes componentes aquando da utilização destes módulos. Com este método também é realizada rapidamente a remoção destes componentes, juntamente com o módulo, caso este não seja necessário.

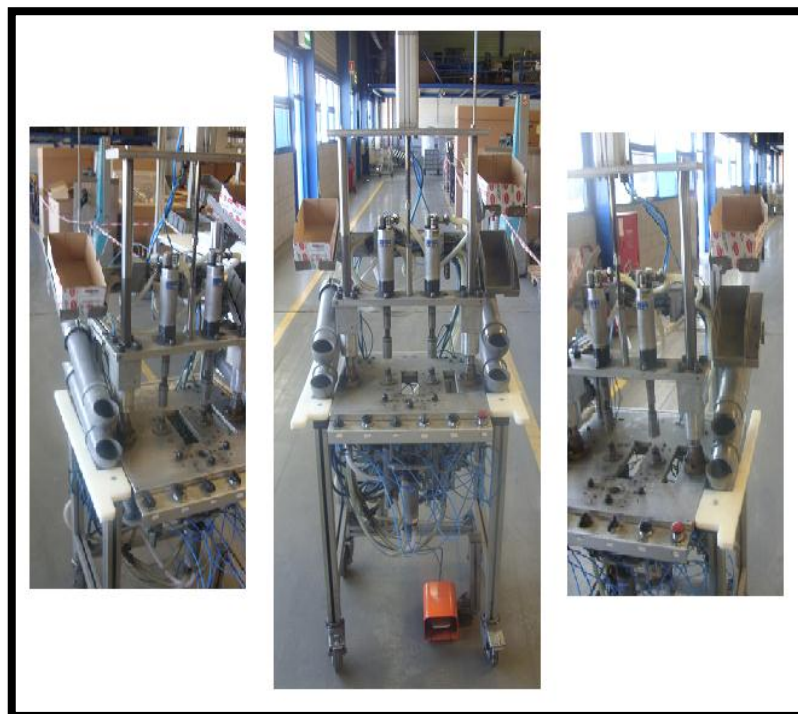


Figura 98 Módulo amovível 1 para a primeira bancada

Na Figura 99 pode-se visualizar o outro módulo de aperto, o módulo do aperto de cartuxos, no qual foi aplicado o mesmo conceito.



Figura 99 Módulo amovível 2 para a primeira bancada

4.2.2. SEGUNDA BANCADA

A segunda bancada foi a mais simples de implementar devido à reduzida variedade de operações realizadas em cada um dos produtos e logo de ferramentas e componentes necessários. Esta bancada também tem duas aberturas: uma delas apenas para o teste de ar e outra para os diversos módulos e gabaris necessários, como se pode ver na Figura 100. Esta bancada tem 1,8 metros de comprimento e 80 centímetros de largura.

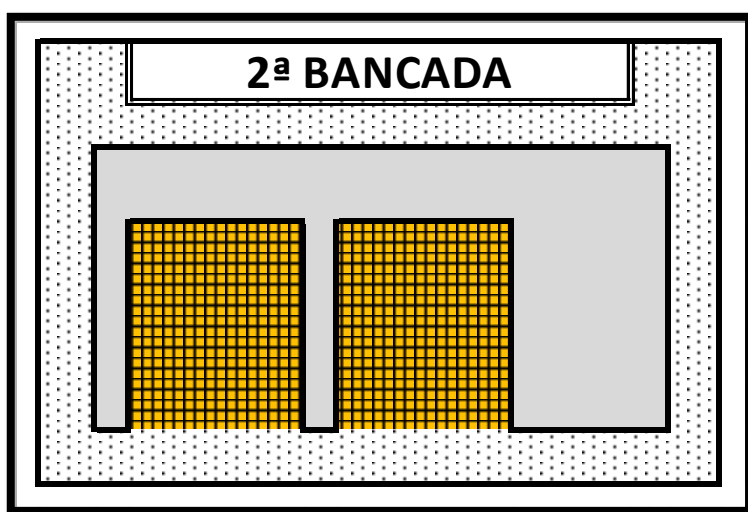


Figura 100

Segunda bancada da linha de formação

Para a realização dos testes, esta bancada possui um autômato carregado com todos os programas necessários. Para tal foi elaborada uma listagem dos programas necessários para cada teste, para que posteriormente estes sejam carregados no autômato pelo pessoal da manutenção.

Em relação à localização dos componentes, a bancada é composta por seis rampas e quatro tubos no interior, e por uma rampa maior numa das laterais, possibilitando assim o aproveitamento de “espaços mortos” no cruzamento das bancadas.

Na Figura 101 mostram-se várias imagens em 3D do desenho da estrutura da segunda bancada e da bancada com o tampo principal. Na Figura 102 apresenta-se a linha montada com e sem tampos e com um módulo com rodas encaixados na bancada.



Figura 101 **Desenho da segunda bancada da linha de formação em 3D**



Figura 102 Segunda bancada da linha de formação montada

Na Figura 103 mostra-se um carro criado para um módulo de encaixe das tampas dos manípulos, através do qual fica encaixado na segunda bancada quando necessário.



Figura 103 Carrinho para o módulo das tampas dos manípulos

4.2.3. TERCEIRA BANCADA

A terceira bancada também foi uma bancada crítica de projetar e implementar devido à enorme variedade de componentes existentes nas embalagens de cada um dos produtos. Além desses componentes da embalagem, a terceira bancada também necessita, em alguns corpos, de ter um espaço para ser colocada a alavanca e ser feita a limpeza e inspeção visual final. Com o intuito de facilitar a definição da bancada e as trocas de componentes, esta é composta por um tampo em todo o seu comprimento com apenas uma abertura junto à bancada de teste, como se pode visualizar na Figura 104. Esta bancada tem 2,5 metros de comprimento e 80 centímetros de largura.

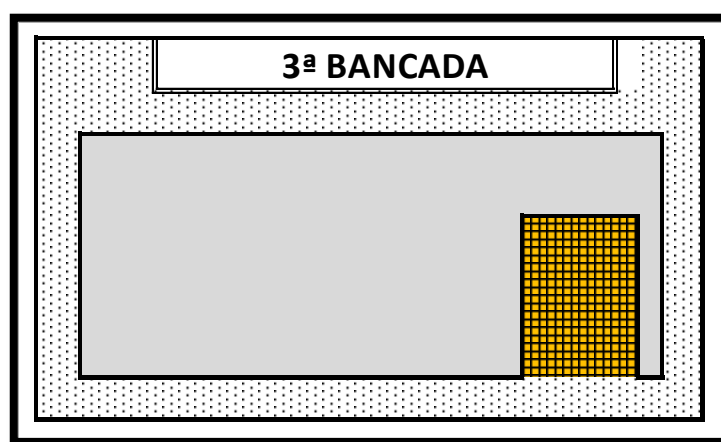


Figura 104 Terceira bancada da linha de formação

Esta bancada, ao contrário das anteriores, não tem quaisquer rampas para colocar os componentes necessários tanto para a montagem da alavanca como para as embalagens. Para tal, foram criados dois carros que encostam na bancada, possuindo estes o material necessário para cada uma das montagens. Cada um dos carros é utilizado para um certo grupo de famílias, de acordo com:

- carro 1: Banheiros/Chuveiros, Clássicas e Termostáticas;
- carro 2: Cozinhas (altas e baixas) e Lavatórios/Bidés.

Na Figura 105 podem-se ver várias imagens em 3D do desenho da estrutura da terceira bancada e da bancada com o tampo principal. Na Figura 106 apresenta-se a linha montada com e sem o tampo e com um módulo com rodas encaixados na bancada.



Figura 105 **Desenho da terceira bancada da linha de formação em 3D**



Figura 106 **Terceira bancada da linha de formação montada**

Na Figura 107 encontram-se imagens do desenho da estrutura dos dois carros e na Figura 108 podem-se ver os carros já montados, não estando um deles ainda concluído.

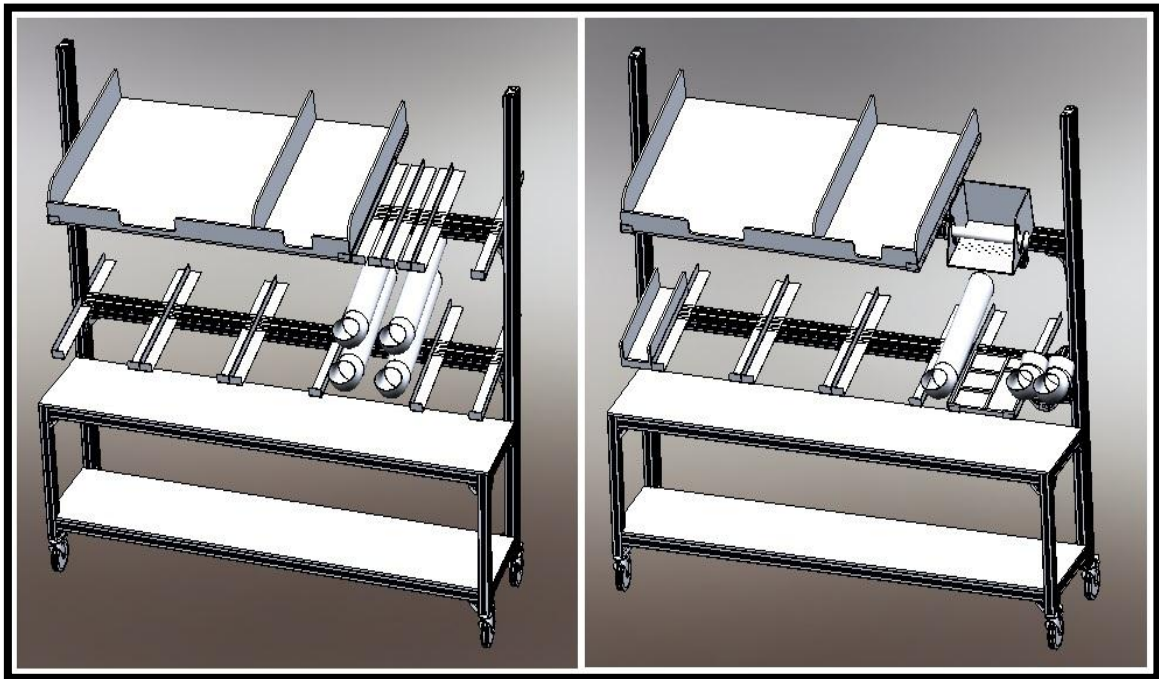


Figura 107 **Desenho em 3D dos carros para a terceira bancada da linha de formação**



Figura 108 **Carros para a terceira bancada da linha de formação**

Na Figura 109 apresenta-se o desenho da terceira bancada com um dos carros e na Figura 110 uma fotografia da terceira bancada com esse carro no departamento de montagem.

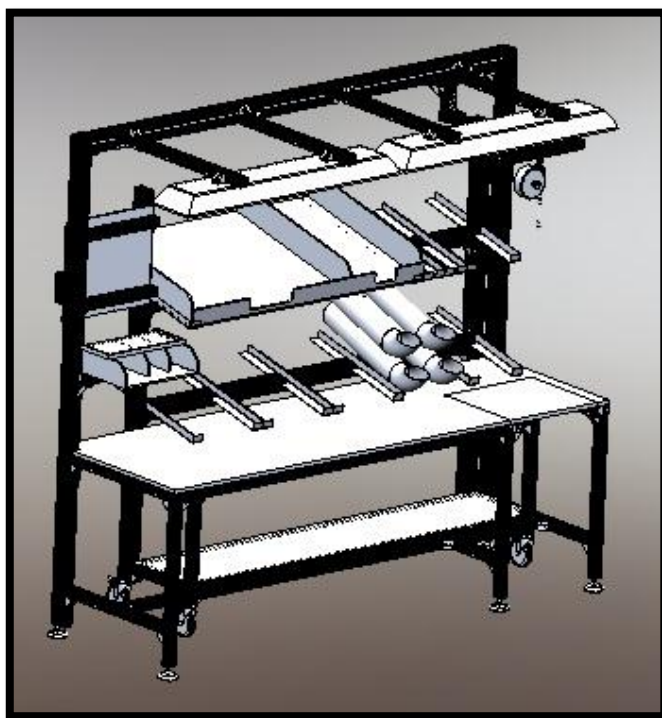


Figura 109 **Desenho em 3D da terceira bancada com um carro**



Figura 110 **Fotografia da terceira bancada com um carro**

4.3. PLANOS DE FORMAÇÃO

Foi elaborado um plano de formação para cada um dos produtos selecionados para este projeto,. Cada um desses planos encontra-se no Anexo B (anexo incluído no CD-ROM), e é composto por 4/5 páginas. Em cada um dos planos, na primeira (ou nas duas primeiras páginas, dependendo dos casos), encontram-se de forma detalhada os objetivos de cada formação e toda a gama operatória. É através desta folha que o formador orientará toda a formação. Na folha seguinte encontra-se a distribuição idealizada dos operadores, para dois, três ou para quatro operadores quando necessário. Essa distribuição foi efetuada através do estudo de tempos e do balanceamento realizado anteriormente. Nessa folha existe uma secção com a indicação dos valores *standard* inseridos em SAP, bem como com os valores provenientes do estudo de tempos realizado. Os tempos colocados para cada operação servem apenas para o formador ter uma indicação do tempo que normalmente um operador especializado demora a realizar uma determinada operação. Na folha seguinte encontram-se todos os balanceamentos realizados para dois, três e para quatro operadores quando necessário (esta folha é também uma folha meramente informativa para o formador). Por último encontra-se a única folha que será entregue aos formandos (novos operadores ou operadores inexperientes), na qual se encontra a distribuição dos operadores, idealizada através do estudo de tempos e do balanceamento realizado anteriormente, com destaque para as operações de partilha, podendo cada formando assim delimitar facilmente a sua área de trabalho. Nesta última folha não se encontra mencionado qualquer valor *standard*, nem qualquer tempo, para que os operadores não condicionem o seu fator de ritmo em função dos valores *standard* e dos tempos lá especificados, podendo assim obter um fator de ritmo o mais real possível.

4.4. PROCEDIMENTO DA FORMAÇÃO

As formações na linha de montagem universal serão dadas pelos elementos da equipa de "firewall", uma vez que estes têm uma maior noção de toda a gama operatória, de todo o seu procedimento e de todas as possíveis falhas/problemas que poderão surgir na montagem dos variados produtos.

4.4.1. PRIMEIRO DIA

Em primeiro lugar, quando novos operadores chegam à Grohe têm três acções de formação: a de recursos humanos, a de higiene e segurança no trabalho e, por último, a do

ambiente. Nestas três acções de formação é dada a conhecer toda a estrutura da empresa e são apresentados todos os fatores pertinentes referentes à higiene, segurança e ambiente. Todas estas acções ocupam o primeiro dia dos operadores na empresa.

4.4.2. SEGUNDO DIA

No segundo dia, durante a manhã terão de fazer os exames médicos e posteriormente todos os operadores que vão para o departamento de montagem têm uma pequena apresentação que pode ser consultada no Anexo C (anexo incluído no CD-ROM). Esta explica de forma resumida toda a estrutura e todo o funcionamento do departamento de montagem. Esta apresentação tem como objetivo demonstrar previamente o departamento, de forma a ficarem com uma ideia do que irão encontrar posteriormente. Após essa apresentação é efetuada uma visita a toda a fábrica, mas com um maior foco ao departamento de montagem. Neste, serão levados à linha de montagem universal onde posteriormente irão ter formação, para ficarem com uma ideia da linha onde irão trabalhar nos dias seguintes.

Da parte da tarde os operadores que vão para o departamento da montagem têm uma pequena formação dada pelo departamento da qualidade. Esta formação baseia-se na inspeção visual e na forma de manuseamento dos corpos. Na Figura 111 apresentam-se os procedimentos para ser efetuada uma boa inspeção visual e um bom manuseamento dos corpos.

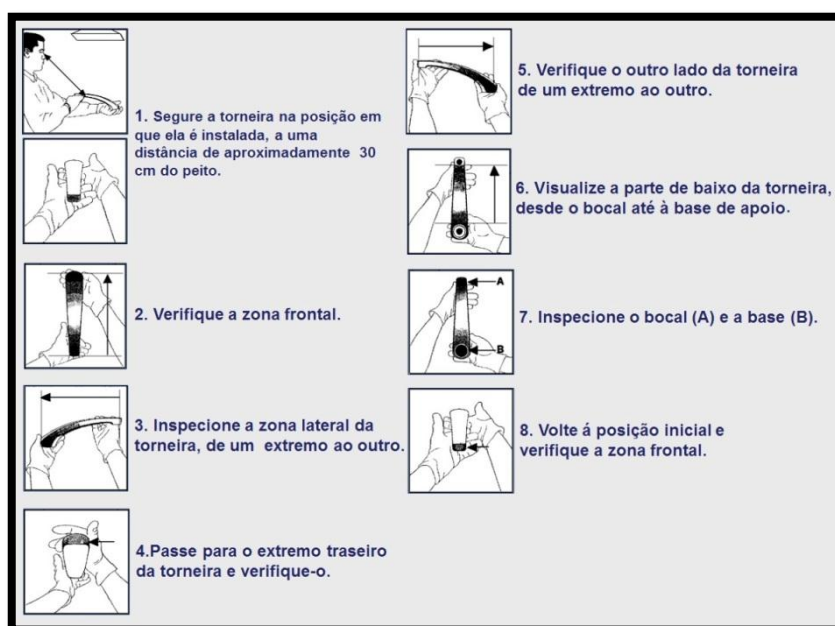


Figura 111 Inspeção visual e manuseamento de um corpo

4.4.3. TERCEIRO DIA

No terceiro dia, já na linha de montagem universal, é indicado aos formandos qual o produto em que irão ter formação. Posteriormente é explicado de forma detalhada o funcionamento de cada uma das máquinas e são identificados cada um dos componentes. Além da identificação, também é explicado para que serve cada um dos componentes necessários para a montagem do produto em questão.

De seguida cada operador ocupa um certo número de postos identificados pelo formador e terá um número de corpos prontos de forma a efetuar as operações referentes a esses mesmos postos. O corpo não passará para o operador seguinte - o operador irá montar e desmontar todos os corpos variadas vezes de forma a ganhar ritmo naquelas operações e de forma a identificar problemas, contratempos e defeitos que possam surgir na montagem e na desmontagem. Passado um certo tempo, os operadores trocam de posições e repetem os mesmos procedimentos que os operadores anteriores faziam nas bancadas onde agora estão inseridos. No caso dos testes haverá um maior acompanhamento de forma a haver uma explicação mais detalhada e pormenorizada dos tipos de falhas e possíveis soluções. Todos estes passos são repetidos até todos os operadores estarem familiarizados com todos os componentes, máquinas, possíveis problemas e com toda a gama operatória.

4.4.4. QUARTO DIA

No quarto e último dia, um operador de cada vez pegará num corpo e montará uma torneira do início ao fim, repetindo-se este processo durante um determinado período de tempo. De seguida, quando o primeiro operador estiver num determinado posto o segundo irá iniciar a sua montagem (as torneiras mantêm-se sempre no mesmo operador do início ao fim da montagem). Com isto os operadores irão poder comprovar que passado algum tempo ir-se-ão estorvar devido ao seu fator de ritmo não ser igual e/ou caso surja algum problema durante uma das montagens. Após estes dois operadores passarem um determinado tempo a montar uma torneira do início ao fim individualmente, é colocado um terceiro operador a montar também uma torneira do início ao fim. Nesta altura o congestionamento será ainda maior e os próprios operadores irão comprovar que este método não facilita o processo da montagem. Na Figura 112 pode-se ver a movimentação a efetuar por cada um dos operadores nas três situações.

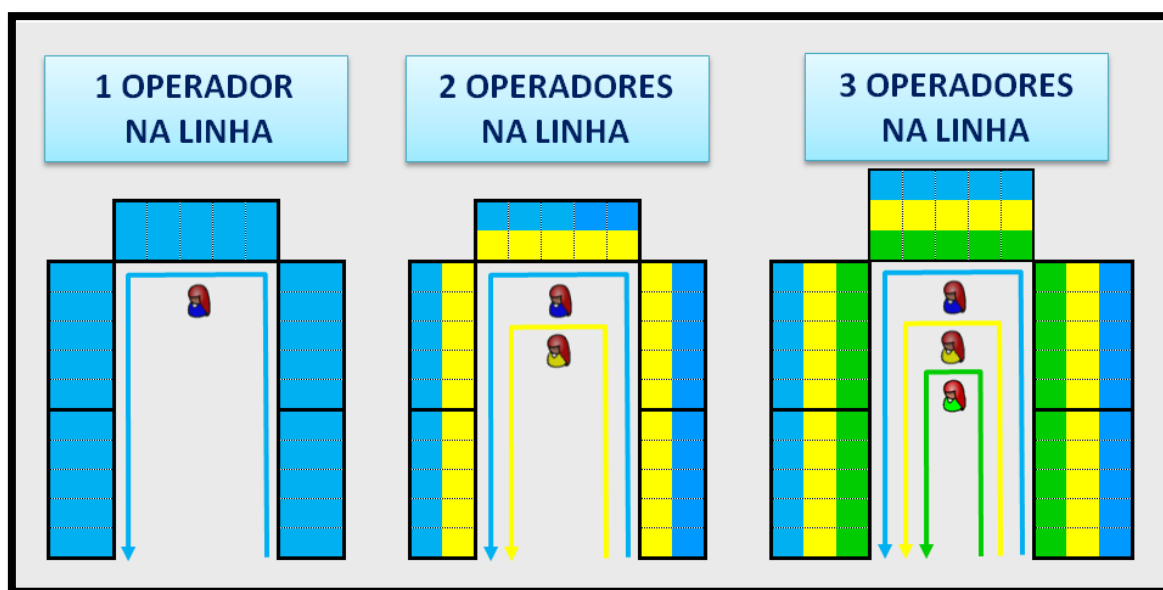


Figura 112 Movimentação dos operadores no exercício da formação

Posteriormente é entregue aos operadores a última folha do plano de formação correspondente, que pode ser consultado no Anexo B (anexo incluído no CD-ROM), onde facilmente poderão visualizar e definir qual a sua área de trabalho, com as operações correspondentes, bem como as operações partilhadas. Na Figura 113 apresenta-se um exemplo de uma das distribuições dos operadores nas linhas, para um determinado produto, quando lá se encontram dois, três ou quatro operadores.

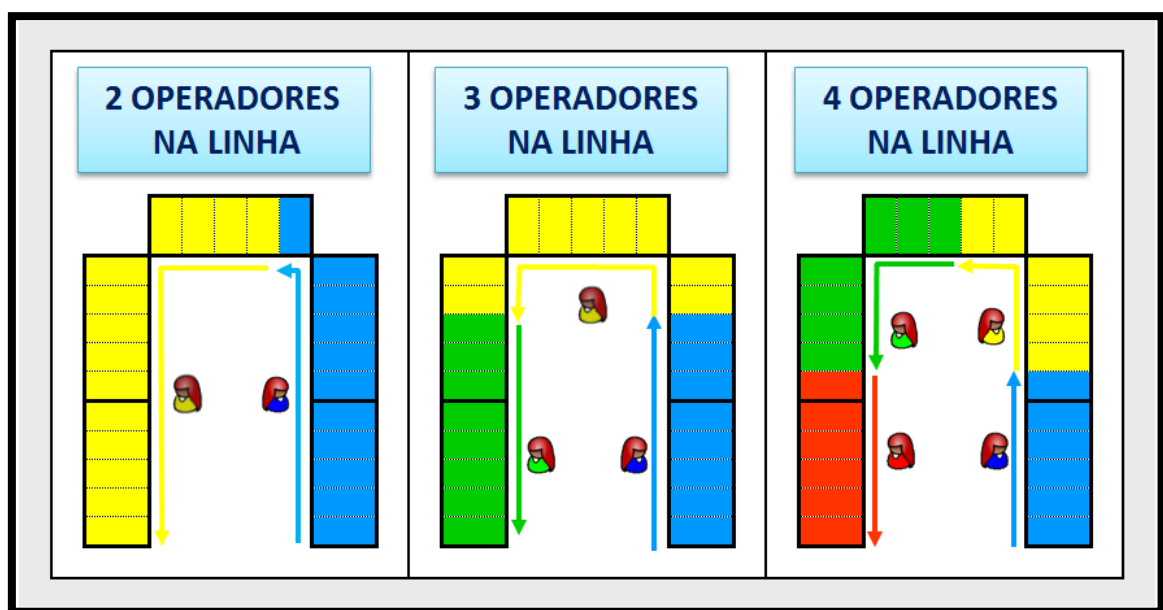


Figura 113 Exemplo da distribuição dos operadores na linha

Depois de estarem definidas as posições para cada operador, é montada a primeira torneira a qual passará por todos os operadores, sendo este exercício feito até terem um bom ritmo. Posteriormente os operadores poderão ser trocados de posições de forma a passarem por todas as áreas de trabalho.

Por último, os operadores aprenderão a verificar individualmente se o carimbo na zona de teste da torneira se encontra em bom estado e a substituí-lo, caso necessário.

5. OUTROS TRABALHOS REALIZADOS

Neste capítulo são abordados estudos elaborados em duas linhas do departamento de montagem que tiveram como objetivo a sua otimização. O primeiro estudo foi elaborado para as linhas BR, que produzem as torneiras *Red and Blue*. Estas linhas estão na Grohe Portugal há cerca de um ano e foram transferidas na íntegra da Alemanha. Contudo existe um grande conjunto de alterações possíveis como se poderá constatar nas propostas que serão apresentadas. Todas essas propostas serão implementadas futuramente uma vez que existem projetos mais iminentes. O segundo estudo foi elaborado nas linhas dos cartuxos termostáticos. No entanto, verificou-se que as propostas apresentadas acabavam por não ser viáveis, uma vez que a melhor delas provocava um aumento de custos de produção, pois cada conjunto de 100 cartuxos ficava mais caro cerca de 0,97 €.

Por último, é também abordado um levantamento efetuado ao material e equipamentos existentes no departamento da montagem, bem como a confirmação da documentação existente, que teve como objetivo a continuidade do trabalho que a Grohe tem vindo a desenvolver para obter a certificação *Occupational Health and Safety Advisory Services* (OSHAS).

5.1. PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM DAS TORNEIRAS *RED AND BLUE*

O processo de montagem destas toneiras é o processo mais complexo e com o maior tempo de ciclo no departamento de montagem da Grohe Portugal. Para uma melhor análise ao conjunto de propostas para as toneiras *Red and Blue* convém ter um razoável conhecimento de todo o processo de montagem, pelo que este é descrito detalhadamente no Anexo D (anexo incluído no CD-ROM).

Foi também elaborado um estudo de tempos a um dos produtos montados nesta linha. Uma vez que nestas linhas as ordens de produção são de quantidades reduzidas, e todo o processo de montagem é bastante demorado, a recolha dos tempos foi efetuada durante um conjunto de dias com operadores diferentes. Apesar dos valores recolhidos não serem muito precisos, já tornam possível fazer uma análise e um estudo sobre os produtos destas linhas.

Posteriormente foram definidas cinco propostas de alteração para a linha de montagem das torneiras *Red and Blue*. As alterações propostas estão divididas pelas três bancadas existentes e a sua implementação permitiria diminuir o tamanho da linha de montagem, reduzir o número de movimentos necessários com a toneira e reduzir o tempo de ciclo.

5.1.1. ESTUDO DE TEMPOS

Foi elaborado um estudo de tempos através da cronometragem e da folha de tempos criada pelo departamento de Engenharia da Grohe Portugal. Inicialmente as tarefas foram divididas em operações elementares e foi registada uma descrição completa do processo. De seguida foram registados os tempos gastos pelos operadores nas operações elementares e avaliado o seu fator de ritmo em cada uma delas.

A divisão das operações, assim como os valores dos tempos registados, o valor do fator de ritmo e restantes valores inerentes a cada operação e a cada operador encontram-se no Anexo E (anexo incluído no CD-ROM). Após serem recolhidos todos os tempos, e de serem obtidos todos os dados necessários, foi feita uma análise aos resultados obtidos. Como se pode visualizar na Figura 114, verifica-se que o segundo operador é o *bottleneck* desta linha, tendo as suas operações uma duração média de 399,98 segundos.

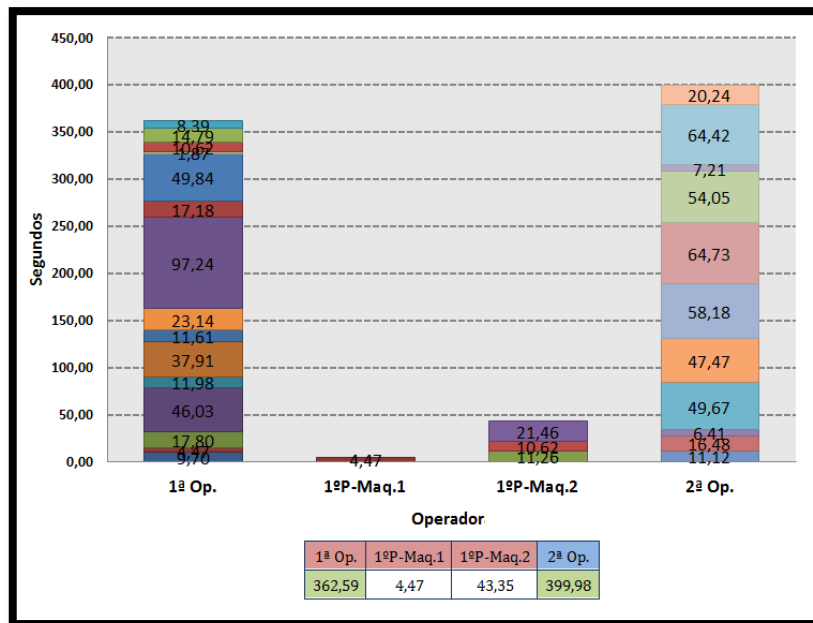


Figura 114 Distribuição dos tempos das torneiras da linha *Red and Blue*

Com vista a balancear a linha, as operações foram redistribuídas de forma a que cada operador tenha aproximadamente o mesmo tempo disponível para as suas operações, reduzindo assim o *bottleneck* (o tempo de ciclo). Implementando as alterações necessárias, as operações para dois operadores ficam distribuídas da seguinte forma:

- Durante a colocação do carimbo o 1º operador não espera - avança para o posto seguinte e continua as suas operações com o corpo que lá se encontra, eliminando o tempo do carimbo (4,47 segundos) do seu tempo total;
- Durante o segundo teste o 1º operador não espera - continua outras operações, eliminando o tempo do segundo teste (10,62 segundos) do seu tempo total;
- O 1º operador passa a executar a operação 18 (operação efetuada anteriormente pelo 2º operador) acrescentando assim 11,12 segundos ao seu tempo total;
- A operação 19 (anteriormente efetuada somente pelo 2º operador) passa a ser uma operação partilhada, executando-a o 1º operador 87,5% das vezes e o segundo apenas 12,5%.

Pode-se ver, através da análise da Figura 115, que estas alterações provocam uma redução substancial no *bottleneck*. Com estas alterações o tempo de ciclo é reduzido em 25,53 segundos.

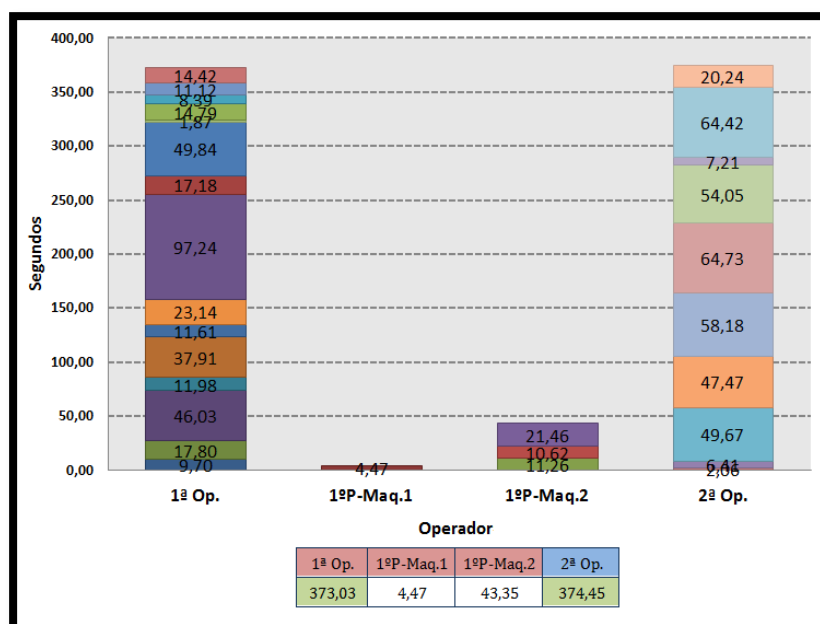


Figura 115 Distribuição dos tempos balanceados das torneiras da linha *Red and Blue*

Analisando a Tabela 22, podem-se comparar os valores do número de peças produzidas por turno, do número de peças produzidas por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e o cenário com o balanceamento efetuado.

Tabela 22 Valores referentes aos balanceamentos das torneiras *Red and Blue*

Tempo total das operações (sem as operações máquina)	INICIAL	BALANCEAMENTO
	Nº Operadores	Nº Operadores
747,48* (seg.)	2	2
<i>Bottleneck</i> (seg.)	399,98	374,45
Distributivos (%)	23,0%	23,0%
Número de peças por turno	55	59
Número de peças por pessoa	27,5	29,5
Eficiência da linha (%)	93,44%	99,81%

* Para a situação inicial o tempo total das operações era $747,48 + 4,47 + 10,62 = 762,57$ segundos (operador esperava pelo final da colocação do carimbo e pelo final do segundo teste)

5.1.2. 1ª PROPOSTA – ALTERAÇÃO DA GRAVAÇÃO

Tal como nos outros produtos, é colocada uma gravação no corpo da torneira. Essa gravação contém o mês e o ano da produção da torneira e a informação sobre as entidades

certificadoras. A gravação nestes produtos é sempre a primeira operação nestas linhas. A primeira proposta de alteração a efetuar passa por colocar a gravação na fase de teste, como ocorre em todas as restantes linhas de montagem, ou seja, após a torneira ser aprovada no teste é gravada. Uma vez que estas linhas têm uma grande dimensão, com esta proposta era eliminado um posto de trabalho (ver figura 116) e era eliminada uma operação, a de retirar o corpo do módulo da gravação e de o colocar no módulo do aperto do cartuxo, isto é o operador passava a pegar no corpo, inspecioná-lo visualmente e colocá-lo logo no módulo do aperto do cartuxo.



Figura 116 Posto de gravação a ser eliminado

5.1.3. 2ª PROPOSTA – PEDIDO AO FORNECEDOR

Em todas as torneiras desta linha com o *display* é necessário, na fase inicial da montagem, desenrolar o fio do *display*. Esta proposta de alteração passa pelo pedido ao fornecedor de não enviar o *display* com o fio totalmente enrolado, como se pode visualizar na figura 117, e pedir para que o envie como se mostra no exemplo apresentado na figura 118.



Figura 117 *Display e respetivo fio enrolado*



Figura 118 Proposta para o envio do *display*

Como se pode visualizar na figura 118, o fio deveria vir parcialmente enrolado deixando pelo menos 20 cm totalmente livres entre o aglomerado de fio enrolado e o *display*. Com esta alteração não era necessário desenrolar o fio em alguns produtos montados com o *display*, uma vez que este passará facilmente pelo interior do corpo e não será necessário voltar a enrolá-lo novamente no final, podendo assim reduzir-se bastante o tempo total necessário para fazer passar o fio pelo corpo.

5.1.4. 3ª PROPOSTA – REESTRUTURAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NA PRIMEIRA BANCADA

Uma outra proposta de alteração passa pela reestruturação dos postos de trabalho finais na primeira bancada. Os postos finais da primeira bancada destas linhas encontram-se de acordo com imagem apresentada na figura 119.

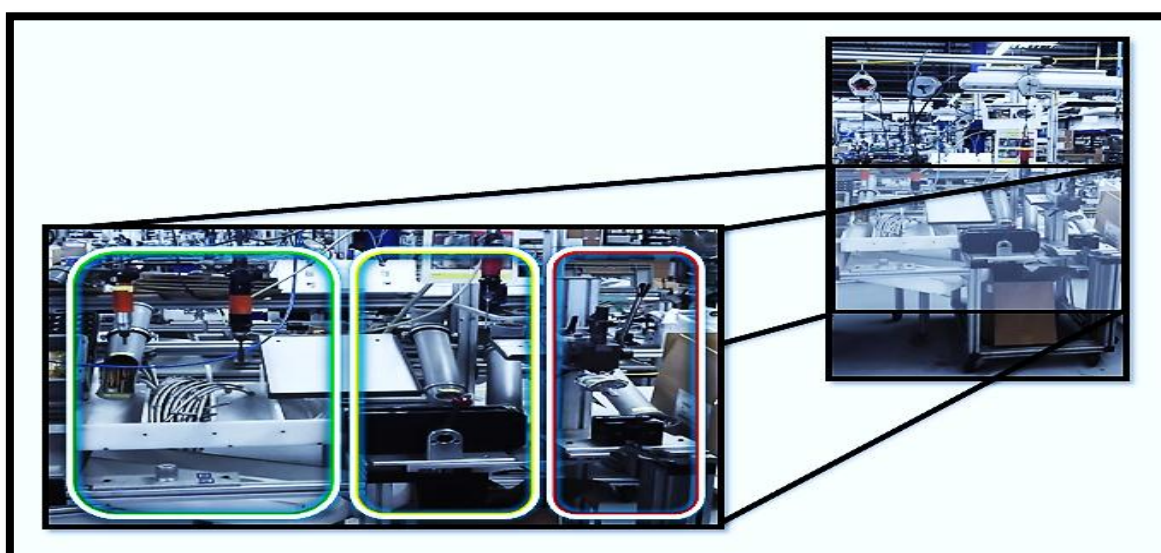


Figura 119 Postos finais da primeira bancada

De momento, quando o operador encaixa o corpo no suporte do sector verde, coloca os tubos flexíveis e a cavilha, de seguida pega no corpo, desloca-se até ao sector vermelho e coloca-o no seu suporte. Posteriormente pega numa bica, desembulha-a, inspeciona-a e coloca-a no suporte amarelo. Depois prende o corpo da bica com o tubo de silicone na bica e lubrifica-o. Por último pega na bica e coloca-a sobre o corpo que se encontra no sector vermelho, encaixando-a no corpo, e colocando de seguida um freio.

A proposta de alteração baseia-se na eliminação de um destes postos e na reordenação dos restantes. O posto eliminado seria o verde, e a ordenação dos restantes postos invertia-se, isto é passava-se a ter apenas os sectores vermelho e amarelo, com esta ordem. As operações que se realizavam no posto verde eram realizadas perfeitamente no vermelho (o corpo seria colocado no suporte de forma a facilitar igualmente a colocação dos tubos flexíveis e da cavilha; quando estes estivessem colocados, retirava-se o corpo do suporte, virava-se e voltava-se a colocar). É necessário virar o corpo para ser colocada a bica posteriormente.

O resto das operações eram realizadas da mesma forma no sector amarelo. Com esta alteração elimina-se um posto de trabalho, reduzindo assim ao tamanho da linha em comprimento e eliminava-se uma deslocação do operador.

5.1.5. 4ª PROPOSTA – PROGRAMAÇÃO DO *DISPLAY*, MONTAGEM DA ALAVANCA E LIMPEZA NUMA BANCADA AO LADO DA BANCADA DO TESTE

Com a eliminação de dois postos de trabalho na primeira bancada, a terceira bancada fica um pouco maior que a primeira. Como tal, de forma à linha ficar uniforme, a quarta proposta de alteração passa pela deslocação do posto de programação do *display*, da montagem da alavanca e da limpeza, que se encontram na terceira bancada, para uma bancada ao lado do teste.

De momento existem três postos de trabalho para estas três operações. Quando o operador retira a torneira do teste coloca-a num primeiro suporte e programa o *display*. De seguida coloca-a no segundo suporte e coloca a tampa com o vedante e monta a alavanca. Por último coloca a torneira no suporte três, onde faz a limpeza da torneira e coloca-a num saco. Na figura 120 pode-se ver a bancada três existente de momento.

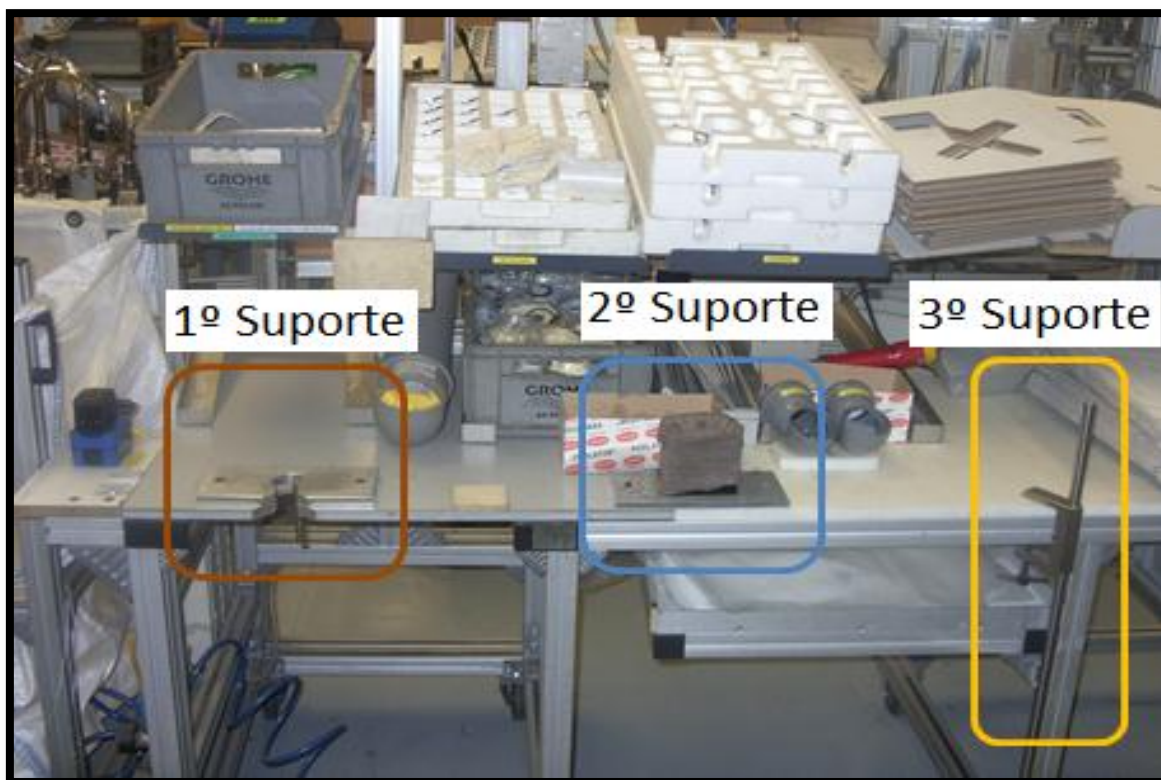


Figura 120 **Postos de trabalho da terceira bancada**

Com esta proposta estas operações passariam para uma bancada ao lado do teste; contudo, o terceiro suporte era colocado no local do primeiro, no qual se faziam todas as operações. O resto da bancada era libertado, eram eliminadas as duas operações de transição de uns suportes para os outros e uniformizava-se mais a linha, uma vez que a terceira bancada destinava-se apenas ao embalamento, diminuindo assim também o seu comprimento.

5.1.6. 5ª PROPOSTA – PRÉ MONTAGEM DA MINI CAIXA

A quinta proposta de alteração consiste em criar uma pré montagem da mini caixa que normalmente é montada na terceira bancada. Seria colocado no interior dessa caixa a roseta, num saco de pergaminho e o *set* contra parafuso.

Quando se produzirem as torneiras que contêm o *display*, após a programação, coloca-se no interior da caixa o programador (ou seja, abre-se a caixa, coloca-se o programador e fecha-se a caixa). Na Figura 121 pode-se observar a caixa e os respetivos componentes.



Figura 121 Componentes da pré montagem

5.2. PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM DOS CARTUXOS TERMOSTÁTICOS

As linhas de montagem dos cartuxos termostáticos são linhas independentes das linhas de montagem das torneiras termostáticas. O cartuxo termostático é um componente que permite regular a temperatura da água sem aumentar nem diminuir o caudal da água quente e da água fria separadamente. Na Figura 122 mostra-se um exemplo desses cartuxos.

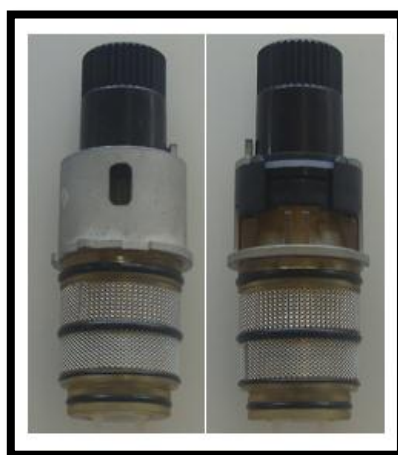


Figura 122 Cartuxo termostático

Normalmente estes cartuxos estão pré definidos para uma regulação de movimento livre, por questão de segurança, até uma temperatura de 38°C. Caso o utilizador queira uma temperatura superior terá de carregar num botão de pressão e continuar a regular até à temperatura desejada. Nesse caso, o próprio cartuxo à medida que vai deixando passar mais água quente vai deixando passar menos água fria, o que faz com que a temperatura vá mudando sem alterar o caudal da água.

As linhas de cartuxos termostáticos têm a disposição apresentada na Figura 123.

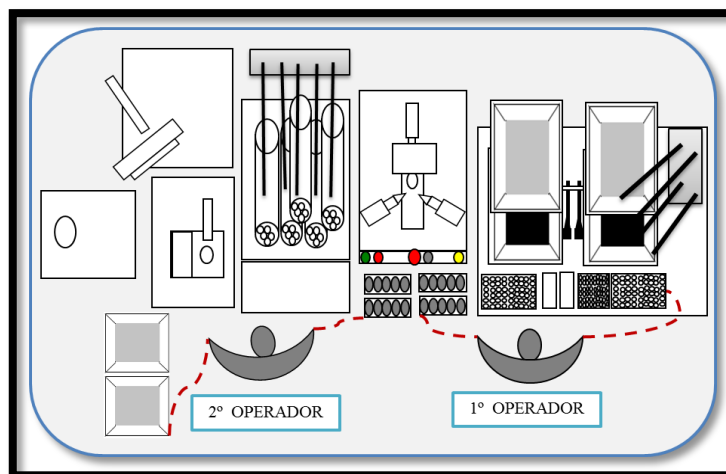


Figura 123 Linha de montagem dos cartuxos termostáticos

Em cada uma destas linhas o *bottleneck* é a máquina de teste, que está com o 2º operador. É possível concluir que por cada cartuxo testado este espera pela máquina um determinado tempo, pois o tempo total das suas restantes operações é inferior ao tempo do teste. Além disso, acumulam-se bastantes cartuxos uma vez que o primeiro operador não sendo o *bottleneck*, e não parando, faz com que o 2º operador fique com muitos cartuxos acumulados. Com o intuito de solucionar o problema elaborou-se um estudo onde foram testadas várias alternativas:

- ter um teste duplo junto do 2º operador;
- ter um teste duplo junto do 2º operador e 3 operadores na linha;
- ter duas linhas com um operador partilhado.

Contudo, devido às necessidades da própria empresa, o número de cartuxos termostáticos montados diariamente não pode ser significativamente inferior ao atual.

5.2.1. ESTUDO DE TEMPOS

Foi elaborado um estudo de tempos através da cronometragem e da folha de tempos criada pelo departamento de Engenharia da Grohe Portugal. Inicialmente as tarefas foram divididas em operações elementares e foi registada uma descrição completa do processo. De seguida foram registados os tempos gastos pelos operadores nas operações elementares e avaliado o seu fator de ritmo em cada uma delas.

A divisão das operações, assim como os valores dos tempos registados, o valor do fator de ritmo e restantes valores inerentes a cada operação e a cada operador encontram-se no

Anexo F (anexo incluído no CD-ROM). Após serem recolhidos todos os tempos, e serem obtidos todos os dados necessários, foi feita uma análise aos resultados obtidos. Como se mostra na Figura 124, verifica-se que de momento a máquina de teste é realmente o *bottleneck*, tendo uma duração média de operação de 31,96 segundos, e que o 1º operador tem um tempo total de operações inferior ao do 2º operador.

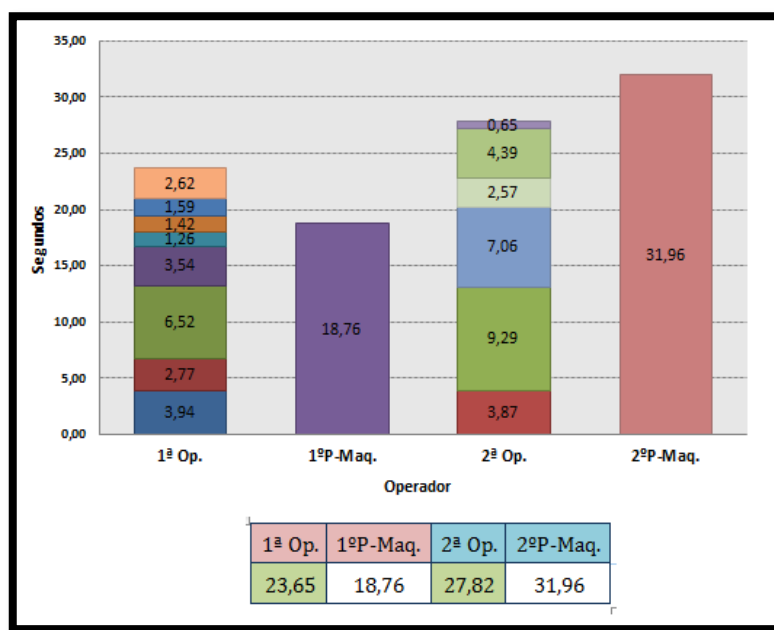


Figura 124 Distribuição dos tempos nas linhas de montagem dos cartuxos termostáticos

5.2.2. 1ª PROPOSTA – TESTE DUPLO JUNTO DO 2º OPERADOR

Esta proposta consiste em colocar um segundo teste junto ao segundo operador reduzindo assim para metade o tempo do teste. Contudo, as restantes operações também foram redistribuídas, tendo em consideração todas as condicionantes necessárias, de forma a balancear da melhor forma a linha.

A operação 10, que demorava 3,87 segundos, passou para o 1º operador e, além disso, teve de se acrescentar uma operação ao 2º operador - a de abastecer a 2ª máquina de teste dos cartuxos, sendo que o seu tempo considerado foi o mesmo que foi obtido para abastecer o módulo de teste já existente, logo o tempo da operação 13 foi multiplicado por dois, ficando com 5,14 segundos, como se pode ver na Figura 125.

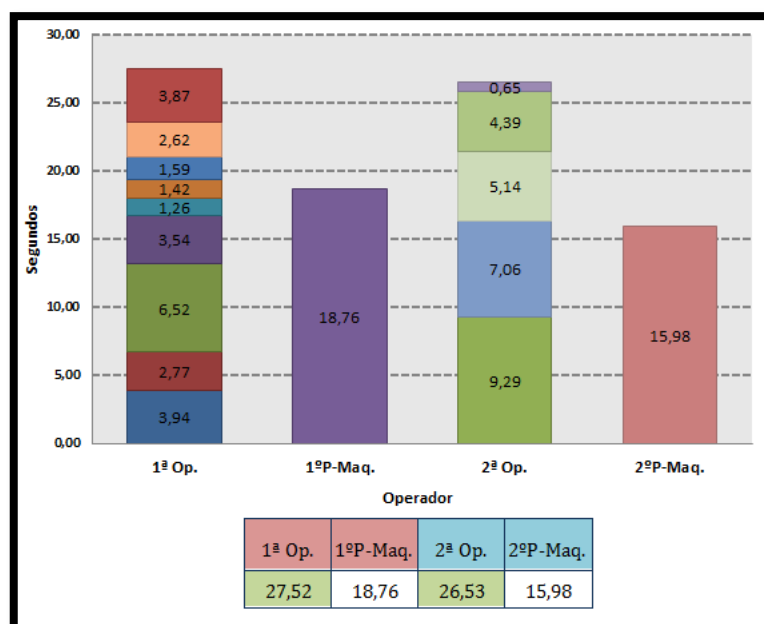


Figura 125 Distribuição dos tempos dos cartuxos termostáticos com teste duplo

Na Tabela 23 podem-se comparar os valores do número de cartuxos produzidos por turno, do número de cartuxos produzidos por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e a proposta apresentada.

Tabela 23 Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 1ª proposta

	BALANCEAMENTO	
	INICIAL	1ª PROPOSTA
Tempo total das operações (sem as operações máquina)	51,47 (seg.)	54,04* (seg.)
Nº Operadores	2	2
Bottleneck (seg.)	31,96	27,53
Distributivos (%)	15,0%	15,0%
Número de peças por turno	735	853
Número de peças por pessoa	367,5	426,5
Eficiência da linha (%)	80,52%	98,15%

* Para a 1ª proposta o tempo total das operações era $51,47 + 2,57 = 54,04$ segundos (foi acrescentado o tempo de abastecer a 2ª máquina de teste dos cartuxos)

Analisando a tabela anterior, verifica-se que uma produção de 854 cartuxos ainda fica bem distante do valor pretendido, o dobro de 735, que é 1470. Como a compra de um novo

equipamento de teste fica bastante dispendiosa, teria de se eliminar uma das linhas existentes e colocar o seu teste nesta linha, com esta nova estrutura, ou seja esta nova configuração deveria produzir o mesmo que as duas anteriores. Logo, esta ideia foi abortada pois não satisfazia as necessidades da empresa.

5.2.3. 2ª PROPOSTA – TESTE DUPLO JUNTO DO 2º OPERADOR E TER 3 OPERADORES NA LINHA

Esta proposta de alteração baseia-se na proposta anterior mas com mais uma pessoa na linha. As restantes operações também foram redistribuídas de forma a balancear da melhor forma a linha, tendo em consideração todas as condicionantes necessárias.

As operações 1-5 ficam destinadas ao 1º operador, as operações 6-8 e 10 ao 2º operador (a operação 9 é uma operação máquina) e as operações 12-13 e 15-16 ficam destinadas ao 3º operador (a operação 14 é uma operação máquina). A operação 11 é uma operação partilhada entre o 2º e o 3º operador, em que o 2º operador a realiza 87,5% das vezes e o 3º operador 12,5%, como se pode verificar na Figura 126.

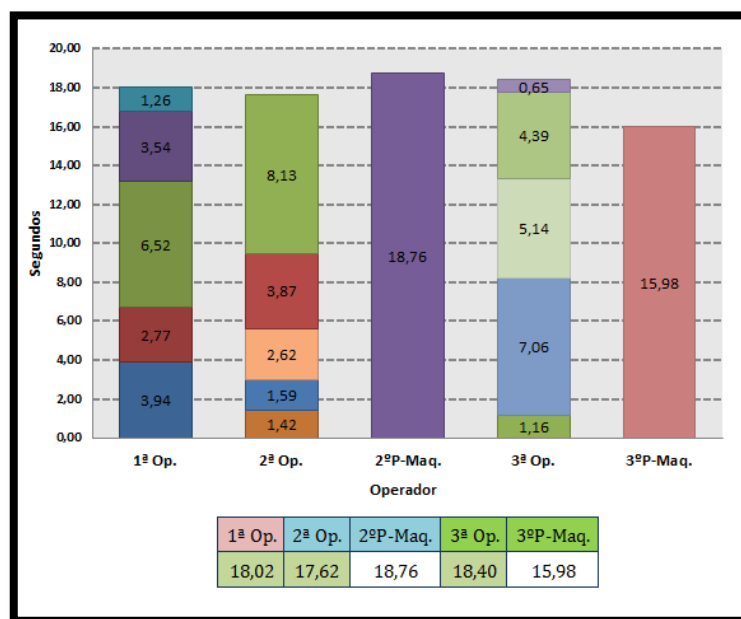


Figura 126 Distribuição dos tempos linhas de montagem dos cartuxos termostáticos com teste duplo e 3 operadores na linha

Analisando a Tabela 24, podem-se comparar os valores do número de cartuxos produzidos por turno, do número de cartuxos produzidos por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e a proposta apresentada.

Tabela 24 Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 2ª proposta

	BALANCEAMENTO	
	INICIAL	2ª PROPOSTA
Tempo total das operações (sem as operações máquina)	51,47 (seg.)	54,04 (seg.)
Nº Operadores	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	31,96	18,76 *
Distributivos (%)	15,0%	15,0%
Número de peças por turno	735	1252
Número de peças por pessoa	367,5	417,3
Eficiência da linha (%)	80,52%	96,02%

* Nesta proposta o bottleneck passa a ser a máquina

O valor de 1252 cartuxos produzidos nesta situação ainda fica um pouco distante do valor pretendido (1470 cartuxos). Logo esta ideia também foi abandonada pois não satisfazia as necessidades da empresa.

5.2.4. 3ª PROPOSTA – DUAS LINHAS COM OPERADOR PARTILHADO

A terceira, e última, proposta consiste em juntar duas linhas numa. Essa nova linha continha uma área de trabalho central, referente ao primeiro operador, que abastecia dos lados as áreas de trabalho do 2º operador e do 2º operador’.

Nesta situação seriam necessários três operadores, o que iria originar uma redução do número total de operadores necessários, uma vez que para duas linhas normalmente são utilizados quatro operadores (dois por linha). Utilizando três operadores nessa nova linha, cada um dos lados simula uma linha e necessitavam apenas, teoricamente, de 1,5 operadores. Na Figura 127 encontra-se um pequeno esboço da disposição dessa nova linha.

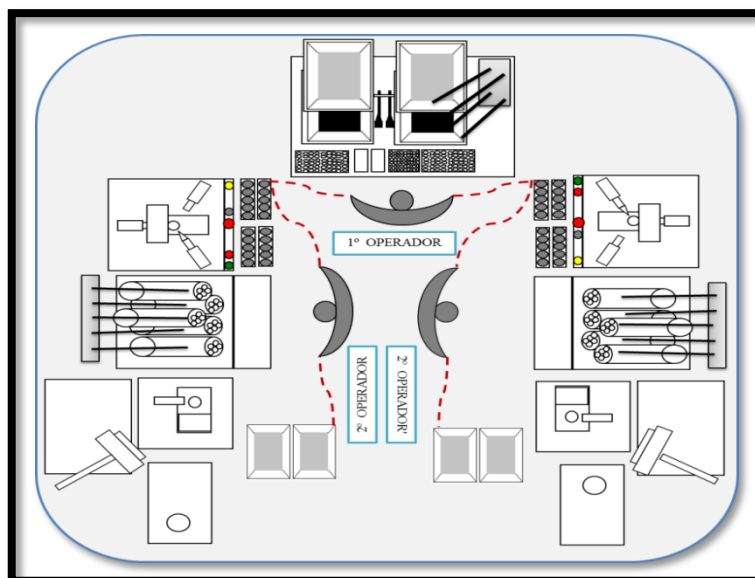


Figura 127 Duas linhas numa com um operador partilhado

As operações foram redistribuídas de forma a balancear da melhor forma a linha, tendo em consideração todas as condicionantes necessárias. As operações 1-4 ficaram destinadas ao 1º operador (operador partilhado entre as duas linhas) e as restantes ficaram destinadas ao 2º operador e ao 2º operador' (excetuando as operações 9 e 14 que são operações máquina). Na Figura 128 encontra-se a distribuição das operações pelos operadores e máquinas.

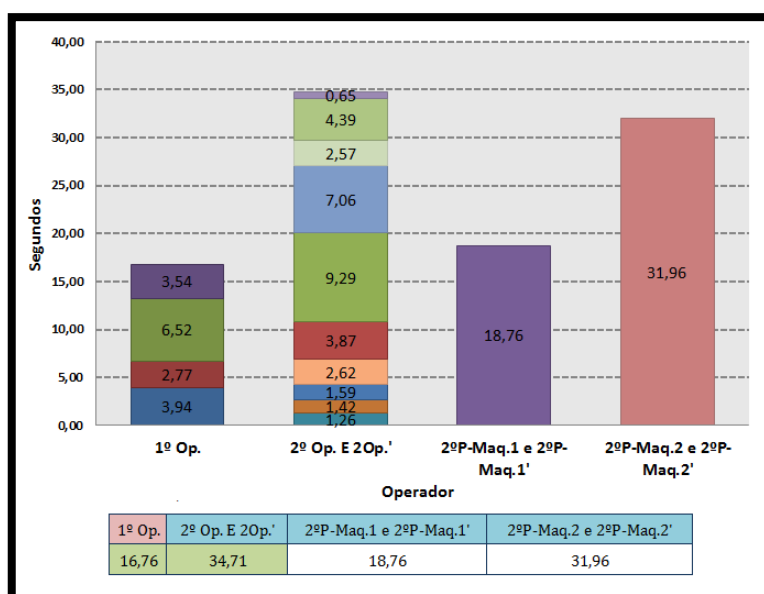


Figura 128 Distribuição dos tempos das linhas de montagem dos cartuxos termostáticos com duas linhas e um operador partilhado

Observando a Tabela 25, podem-se comparar os valores do número de cartuxos produzidos por turno, do número de cartuxos produzidos por pessoa e da eficiência da linha, entre o cenário inicial e a proposta apresentada.

Tabela 25 Valores referentes aos balanceamentos da linha dos cartuxos de acordo com a 3ª proposta

	INICIAL	BALANCEAMENTO
		3ª PROPOSTA
Tempo total das operações (sem as operações máquina)	51,47 (seg.)	102,94* (seg.)
Nº Operadores	2	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	31,96	34,71
Distributivos (%)	15,0%	15,0%
Número de peças por turno	735	1352
Número de peças por pessoa	367,5	450,7
Eficiência da linha (%)	80,52%	98,86%

* Para a 3ª proposta o tempo total das operações era $51,47 \times 2 = 102,94$ segundos
(As operações são todas em duplicado uma vez que se juntam duas linhas numa com um operador partilhado)

Analisando os resultados apresentados na tabela anterior pode-se verificar que nesta situação cada um dos “lados” da linha acaba por montar 676 cartuxos por turno e há uma maior eficiência em cada operador, ou seja o número de cartuxos produzidos por operador é maior.

5.2.5. ANÁLISE E DECISÃO FINAL DA PROPOSTA A IMPLEMENTAR

Na Tabela 26 apresentam-se os resultados estimados através da implementação de cada uma das propostas de melhoria, de forma a ser possível efetuar uma análise comparativa entre estas e a situação inicial.

Tabela 26 Análise comparativa das propostas estudadas e apresentadas

	INICIAL	BALANCEAMENTO		
		1ª PROPOSTA	2ª PROPOSTA	3ª PROPOSTA
Tempo total das operações (sem as operações máquina)	51,47 (seg.)	54,04 (seg.)	54,04 (seg.)	102,94 (seg.)
Nº Operadores	2	2	3	3
<i>Bottleneck</i> (seg.)	31,96	27,53	18,76	34,71
Distributivos (%)	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
Número de peças por turno	735	853	1252	1352
Número de peças por pessoa	367,5	426,5	417,3	450,7
Eficiência da linha (%)	80,52%	98,15%	96,02%	98,86%

Como se pode verificar, todas as propostas apresentadas levam a um ganho na eficiência por operador. Contudo o número de peças produzidas por turno deveria ser no mínimo 1470 pois só assim era possível manter a mesma quantidade de cartuxos montados. No entanto, conclui-se que nenhuma das propostas satisfaz esse valor.

A última proposta foi a melhor das apresentadas, pois é aquela que causa uma menor perda na quantidade de cartuxos montados por turno, é a que tem um maior ganho de eficiência por operador em relação à situação inicial e permite libertar um operador em cada duas linhas e ganhar algum espaço, pois foi eliminado um posto, uma vez que apenas um posto para o 1º operador abastece duas linhas.

Posteriormente foi feito um estudo de custos pela engenharia, no qual são considerados os custos fixos (operadores, área ocupada, manutenção, custos indiretos, amortizações, entre outros) e os custos variáveis (eletricidade, consumo de água, materiais consumíveis, entre outros). Esse estudo veio comprovar que a melhor das propostas não compensaria pois provocava um aumento de 0,97€ por cada 100 peças, como se pode comprovar analisando a Tabela 27.

Tabela 27 Cálculo de custos

			tarifario euros/hora			tarifario euros/100 peças			
Centro de Custo	seg/pc	min/100	Custos fixos	Custos variáveis	Custo Total	Custos fixos 100 peças	Custos variáveis 100 peças	Custo Total 100 peças	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	
Situação Atual	6263P01	36,75	61,25	13,92	7,83	21,75	14,21	7,99	22,20
	6263P03		61,25	0	4,99	4,99	0	5,09	5,09
							TOTAL	=	27,30

Situação Proposta	6263P01	39,92	66,53	13,92	7,83	21,75	15,44	8,68	24,12
	6263P03		49,90	0	4,99	4,99	0,00	4,15	4,15
							TOTAL	=	28,27

A	Valor retirado do estudo de tempos
B	= (A x 100) / 60
C	Valor tabelado
D	Valor tabelado
E	= C + D
F	= C x (B / 60)
G	= D x (B / 60)
H	= F + G

No final nenhuma destas propostas foi implementada, pois acabariam por não compensar. Como tal surgiu uma outra ideia que passa pela eliminação do teste de água na linha dos cartuxos, uma vez que este também é feito nas linhas de montagem nas torneiras. Como o cartuxo acaba por ser testado duas vezes, a ideia era a eliminação de um desses testes. Contudo esta proposta, nestas circunstâncias, tem de ter também um parecer do departamento de qualidade da empresa. De futuro irão ser efetuados alguns testes neste sentido: irá ser enviado um conjunto de cartuxos para uma determinada linha sem serem testados na linha dos cartuxos. A partir daí será possível ver qual o impacto desta alteração na linha de montagem da torneira e ter uma ideia inicial sobre se esta solução poderá valer a pena ou não.

Em suma, em paralelo com o desenvolvimento da linha de formação, foi também desenvolvido um conjunto de trabalhos baseados em estudos de tempos por cronometragem e que pretendiam verificar os tempos *standard* e otimizar todo o processo das linhas de montagem. As propostas de melhoria apresentadas neste documento e os respetivos estudos em que estas se basearam (entre todos os efetuados), foram os mais relevantes no trabalho desenvolvido.

5.3. LEVANTAMENTO DO MATERIAL EXISTENTE NA MONTAGEM

A Grohe tem como objetivo obter a certificação OSHAS. Após ter apresentado a candidatura, a Grohe Portugal obteve aprovação condicional. Para colmatar essa condicionalidade, a Grohe Portugal tem de avaliar o risco de segurança nos vários postos de trabalho e a segurança dos seus equipamentos. Como muitos dos equipamentos são desenvolvidos internamente, por vezes não existe toda a documentação necessária. Uma vez que a dimensão do departamento de montagem e a variedade de ferramentas utilizadas são enormes, com o passar do tempo foi-se perdendo o controlo da variedade e da quantidade de ferramentas existentes.

Com o intuito de colmatar essa necessidade, foi desenvolvido algum trabalho adicional no departamento de montagem, que passou pelo levantamento das ferramentas e equipamentos aí existentes e na confirmação da documentação existente, para que posteriormente seja desenvolvida a documentação que se encontra em falta. Foram tiradas fotografias a todas as ferramentas, foram investigados os projetos e desenhos existentes e toda esta informação foi organizada numa listagem. Foi ainda elaborada uma listagem no software Microsoft Excel de parte do material existente no departamento de montagem, dividido por famílias, já com os projetos existentes integrados.

Este trabalho também teve como objetivo a aquisição de conhecimento sobre as ferramentas existentes e a sua aplicação. Após adquirido esse conhecimento, o objetivo do departamento de engenharia é criar dossiês com os conjuntos das ferramentas necessárias para cada produto.

Todo este trabalho ainda se encontra numa fase incipiente devido à sua amplitude e dificuldade. Esta atividade foi desenvolvida de uma forma parcial ao longo de grande parte do estágio, o que permitiu obter um conhecimento do material existente e das suas funcionalidades. Esse conhecimento foi imprescindível no entendimento dos processos de montagem existentes no departamento, e foi um grande apoio no projeto de propostas de melhoria e na criação da linha de montagem para formação.

6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Quando novos operadores são contratados, ou certos operadores que não têm muita experiência nem muito conhecimento na montagem de um determinado produto, necessitam de se adaptar ao método de trabalho, às ferramentas, aos componentes e à sua disposição na bancada de forma a não prejudicarem o *output* da produção da linha na qual estão inseridos, têm que ser submetidos a um processo de formação prática. As empresas têm cada vez mais a preocupação em que a adaptação de novos operadores seja feita de maneira rápida e de uma forma eficaz. Apenas após as operações necessárias estarem devidamente assimiladas e mecanizadas, é que os operadores conseguem atingir os objetivos pretendidos ao nível da produtividade e da qualidade.

O trabalho desenvolvido na Grohe Portugal partiu do objetivo da criação de uma linha de montagem universal para dar formação a novos operadores e/ou a operadores menos

experientes. Este objetivo foi cumprido tanto ao nível da conceção da linha como ao nível do seu desenvolvimento e implementação.

Numa fase inicial, foi indispensável o acompanhamento das montagens nas várias linhas com os operadores, e posteriormente com os afinadores, para o sucesso do trabalho desenvolvido, pois ninguém mais do que os próprios operadores das linhas de montagem e os afinadores conhecem as características de todos os processos e de todas as ferramentas. Toda a informação adquirida nesta fase foi uma das bases principais para o desenvolvimento da linha de formação.

A experiência e o conhecimento adquirido ao longo da realização deste estágio permitiu também concluir que os estudos de métodos e tempos são fulcrais para examinar e analisar um processo de montagem. Inicialmente, numa fase de adaptação à medição de tempos, comecei por registar tempos nas linhas da pré-montagem, as quais têm, na maioria delas, apenas um operador com poucas operações, o que permitiu obter um primeiro impacto positivo com o estudo dos tempos. Posteriormente, é que foram registados os tempos das linhas de montagem necessárias para este projeto, altura em que já dispunha de uma maior experiência na medição, na definição dos pontos de medida e na avaliação do ritmo dos operadores. Estes estudos permitiram detetar e analisar os fatores que prejudicam a sua eficiência, e fornecem todos os dados necessários para o balanceamento da própria linha e da linha de formação. Contudo, o balanceamento perfeito numa linha de montagem normalmente não é atingível, devido a variados fatores, como a sequência lógica das operações, a impossibilidade da divisão de determinadas tarefas, as condicionantes necessárias para a montagem (por exemplo quando são necessárias umas determinadas luvas específicas), a entreaajuda dos operadores, o seu ritmo de trabalho (que dificilmente é sempre constante), entre outros.

No desenvolvimento da linha de montagem de formação, a análise cuidada da disposição das bancadas e da ergonomia do posto de trabalho foram fulcrais para que ficassem o mais parecidas possível com a realidade, para todos os planos de formação, desde a localização da realização das operações, dos componentes, das ferramentas e a própria estrutura da linha em U, permitindo também assim a entreaajuda entre os próprios operadores.

Para uma melhor definição de toda a estrutura da linha, do material necessário para a sua construção, e da disposição dos tubos e das rampas de abastecimento, foi elaborado um

desenho da linha de formação em 3D o que permitiu uma análise inicial mais precisa, objetiva e realista que posteriormente acabou por ser construída. No CD-ROM encontram-se algumas imagens tanto do desenho como da linha construída o que permite obter uma melhor noção da sua estrutura.

Foram também definidos e elaborados os planos de formação, os quais permitem aos formandos (novos operadores e/ou operadores inexperientes) identificar facilmente as suas operações, definirem a sua área de trabalho, identificarem a sequência lógica das operações e auxiliam também o formador (equipa de *firewall*) em toda a formação.

Penso que todo o trabalho desenvolvido em torno da linha de montagem pode servir de exemplo para diversas empresas com o mesmo conceito de montagem, reduzindo assim os “desperdícios” na adaptação de operadores novos ou inexperientes.

Em paralelo com desenvolvimento da linha de montagem para formação, os trabalhos desenvolvidos referentes às propostas de melhoria das linhas *Red and Blue* e ao estudo de tempos para mudança de *layout* da linha dos cartuxos termostáticos foram extremamente enriquecedores, pois para os realizar foi imprescindível analisar todo o processo de montagem, as ferramentas utilizadas, a sequência das operações, efetuar uma medição de tempos para posteriormente elaborar um estudo, o que veio aumentar ainda mais o meu conhecimento e contribuiu para o desenvolvimento da linha de formação. O trabalho referente ao levantamento do material existente forneceu um conhecimento mais aprofundado sobre as ferramentas e materiais necessários nos processos de montagem.

Para finalizar, são destacados possíveis e necessários desenvolvimentos futuros a serem implementados na linha de formação e no departamento de montagem da Grohe Portugal:

- Linha de Formação
 - finalizar o carro de abastecimento para a terceira bancada que não ficou concluído;
 - carregar o autómato com todos os programas dos testes necessários para os produtos selecionados;
 - colocar um autómato no módulo amovível do aperto dos cartuxos;
 - dimensionar os diferentes gabaris para o módulo do aperto dos cartuxos;
 - gravar um conjunto de vídeos que demonstrem o modo de executar as variadas operações;

- colocar um monitor na linha de forma a ser possível passar os vídeos anteriormente referidos;
- adquirir os módulos e os gabaris em falta;
- desenvolver um software para que sejam arquivadas informações sobre as formações dadas a cada operador;
- testar previamente todos os módulos de formação.
- Departamento de Montagem
 - padronizar as operações nas variadas linhas do departamento;
 - reformular e redimensionar algumas linhas do departamento;
 - colocar em todos os tubos de abastecimento das linhas, um cone na boca do tubo que se encontra no lado de fora da linha, de forma a não caírem componentes aquando é efetuado o abastecimento a esses mesmos tubos;
 - implementar as sugestões apresentadas neste trabalho para as linhas *Red and Blue*.

Em suma, a realização de um projeto desta dimensão teve uma importância fulcral para o departamento da montagem da Grohe Portugal e irá permitir a redução do impacto negativo de inclusão de novos operadores ou operadores inexperientes nas linhas de montagem. Esta foi uma oportunidade única e de excelência para iniciar e entrar em contacto com o mundo de trabalho, na área de medição de tempos, de balanceamento de linhas e na definição de linhas de montagem.

Referências Documentais

- [1] Meyers, Fred E. e Stewart, James R., (2002). Motion and Time Study for Lean Manufacturing. 3ª ed, Prattice Hall, ISBN 0-13-031670-9.
- [2] Barnes, Ralph M., (1980). Motion and Time Study Design and Measurement of Work. 7ª ed, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-05905-6.
- [3] Ávila, Paulo, (2008). Tipologia dos sistemas de produção. Acedido em: 27 de Janeiro de 2012, no Web site do: Instituto Superior de Engenharia do Porto:
https://moodle.isep.ipp.pt/file.php/232697/Tipologia_dos_Sistemas_de_Producao.pdf
.
- [4] Courtois, A., Pillet, M., Martin, C., (1997). Gestão da Produção. 4ª ed, Lidel, ISBN 972-757-031-3.
- [5] Silva, Manuel, (2010). Estudo dos Métodos. Acedido em: 3 de Fevereiro de 2012, no Web site do: Instituto Superior de Engenharia do Porto:
https://moodle.isep.ipp.pt/file.php/232499/Aulas_T/ETEME_Cap_2_2_Estudo_dos_Metodos.pdf.
- [6] Diagrama Homem/Máquina. Acedido em: 16 de Fevereiro de 2012, em:
<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/71877/1/diagram%20homemmaquina%20e%20curvas%20experiencia.pdf>.
- [7] Moreira, Daniel A., (1993). Administração da Produção e Operações. 1ª ed, Pioneira Thomson Learning, ISBN 85-221-0135-3.
- [8] Xavier, Daniel Botelho, Sena, Michel André Silva, (2001). Estudo de tempos para o aumento da produtividade na construção. Acedido em: 22 de Fevereiro de 2012, em:
http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/monografias/aumento_produtividade.pdf.
- [9] Silva, Manuel, (2010). Medida do Trabalho. Acedido em: 16 de Fevereiro de 2012, no Web site do: Instituto Superior de Engenharia do Porto: <https://>.
- [10] Amaral, Daniel C., (2003). Medida do Tempo. Acedido em: 22 de Fevereiro de 2012, em:
http://www.numa.org.br/sep451/Documentos/A004_MedidaDoTempo_v9_imp_P.pdf
f.
- [11] Estudo dos Tempos. Acedido em : 22 de Fevereiro de 2012, em:
<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/48175/1/Estudo%20dos%20Tempos.pdf>.

- [12] Fonseca, Marta N., (2011). Sistema integrado de balanceamento de linhas de produção na indústria do calçado. Tese de Mestrado em Engenharia Electrotécnica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Universidade do Porto, Porto, pp. 7-18.
- [13] Assis, Rui, (2011). Balanceamento de uma Linha de Produção. Acedido em: 27 de Janeiro de 2012, em: <http://www.rassis.com/artigos/Operacoes/Balanceamento.pdf>.
- [14] Costa, Adriano José de, (2004). Optimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus. Tese de Mestrado em Profissionalizante em Engenharia, Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [15] Carravilla, Mária Antónia, (1998). Layouts Balaneamento de Linhas. Acedido em: 22 de Fevereiro de 2012, em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/574/2/760.pdf>.

Anexos

Anexo A. Estudo de Tempos para a Linha de Formação

No presente anexo encontram-se, de forma detalhada, todos os estudos de tempos realizados para todos os produtos em que se poderá dar formação aos novos operadores ou aos operadores com pouca experiência, na linha de montagem universal. Os diversos estudos encontram-se pela seguinte ordem:

- lavatório Avina;
- banheira Costa;
- banheira Smart / Style;
- chuveiro Smart / Style;
- banheira Essence;
- chuveiro Essence;
- lavatório Conceto;
- lavatório Style / Smart / Essence;
- cozinha Baixa - Start;
- cozinha Alta - Style;
- banheira Termostática Automil;
- chuveiro Termostático Automil;
- chuveiro Termostático Rainshower.

- Lavatório Avina

Tabela A 1 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo e efetua a limpeza e inspeção visual	OP1	T01
	Pousa o corpo no módulo		
	Pega na cavilha coloca-a e aperta	OP2	T02
	Pega num tubo e coloca-o	OP3	T03
	Pega noutro tubo e coloca-o		
	Pega num castelo e coloca-o	OP4	T04
	Pega noutro castelo e coloca-o		
	Pousa o corpo no módulo rotativo		
	Pega num anel de plástico e coloca-o sobre um castelo	OP5	T05
	Aperta esse castelo		
	Pega noutro anel de plástico e coloca-o sobre o outro castelo		
	Aperta esse castelo		
	Pega no corpo e fecha os castelos	OP6	T06
	Pega no corpo e coloca o corpo na zona de testes	OP7	T07
	Carrega no botão e inicia o 1º teste	OP8	T08
	Pega no tampão e tampona o corpo	OP9	T09
	Agarra os castelos e abre os castelos	OP10	T10
	Carrega no botão e inicia o 2º Teste	OP11	T11
	Agarra no tampão e tira-o do corpo;	OP12	T12
	Carrega no botão e inicia o 3º teste	OP13	T13
	Carrega no botão e inicia o 4º teste	OP14	T14
2º OPERADOR	Pega na torneira e coloca-a na bancada seguinte ao teste	OP15	T15
	Pega nos manípulos e coloca-os na torneira (operação partilhada)	OP16	T16
	Pega nas tampas e coloca-as na torneira (operação partilhada)	OP17	T17
	Pega nos manípulos e coloca-os na torneira (operação partilhada)	OP18	T18
	Pega nas tampas e coloca-as na torneira (operação partilhada)	OP19	T19
	Pega no emulsor e coloca no corpo	OP20	T20
	Pega num pano e efetua a limpeza e inspeção final	OP21	T21
	Pega num saco e coloca a torneira no seu interior	OP22	T22
	Pega num tirante e coloca-o na torneira e coloca-a na caixa	OP23	T23
	Pega no contra-prafuso e coloca-o na caixa	OP24	T24
	Pega no escoador automático e coloca-o na caixa		
	Pega nos TPI's e coloca-as na caixa	OP25	T25
	Fecha a caixa		
	Pega numa etiqueta e coloca-a	OP26	T26
	Pega na caixa e coloca-a na paleta		
	Pega numa caixa nova e monta-a	OP27	T27
	Pega num acondicionador e coloca-o na caixa	OP28	T28

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 2 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{n}$	$t = \frac{L}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

Tabela A 3 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 12 a 17


	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε %)	N'
ZZ[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Destamponar a torneira					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	2,95	6,0%		
						ti	3,03	2,74	2,69	2,16	2,99	3,03	3,21	3,12	2,87	2,96	3,46	2,65	2,80	3,21	3,33						44,26 15	2,95				
						F	3	47	88	131	172	211	248	292	333	378	420	464	503	549	589						5					
	2	Início do Teste 3					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1500 15	100	2,15	4,2%		
						ti	2,39	2,17	1,83	2,05	2,28	2,37	2,12	2,25	2,05	1,98	2,35	2,19	2,01	1,99	2,19						32,20 15	2,15				
						F	5	49	90	133	175	213	250	294	335	380	422	466	505	551	591						5					
	3	Início do Teste 4					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1500 15	100	3,64	3,1%		
						ti	3,94	3,84	3,79	3,32	3,89	3,48	3,65	3,81	3,72	3,53	3,42	3,34	3,49	3,62	3,71						54,54 15	3,64				
						F	9	53	94	137	179	216	253	298	339	383	426	469	509	555	595						5					
	4	Colocação da torneira na bancada					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1500 15	100	6,07	4,6%		
						ti	6,53	6,59	5,00	5,40	5,69	5,79	6,31	6,85	6,01	5,58	6,48	5,96	6,46	6,13	6,30						91,07 15	6,07				
						F	16	59	99	142	184	222	260	305	345	389	432	475	515	561	601						5					
	5	Colocação dos manipul					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1500 15	100	13,19	8,6%		
						ti	12,32	14,61	17,74	10,68	10,85	11,24	15,46	12,75	14,69	13,46	13,06	11,98	15,48	10,85	12,69						197,84 15	13,19				
						F	28	74	117	153	195	233	275	317	360	402	445	487	531	572	614						5					
	6	Colocação das tampas					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1500 15	100	13,74	6,7%		
						ti	15,73	11,86	12,42	16,52	12,55	10,84	13,49	13,06	14,92	14,23	15,73	13,30	15,25	14,25	12,03						206,16 15	13,74				
						F	44	86	129	169	208	244	289	330	375	416	461	500	546	586	626						5					
	7						L																									
						ti																										
						F																										
	8						L																									
						ti																										
						F																										
	9						L																									
						ti																										
						F																										
	10						L																									
						ti																										
						F																										
	11						L																									
						ti																										
						F																										
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 19 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	26224	t_z	43,94	41,81	43,46	40,14	38,25	36,74	44,24	41,84	44,26	41,73	44,49	39,42	45,48	40,05	40,24						626	$\sum t_i$	41,7	$\sum t$		
				\bar{t}_z	41,7		$\sum t_z$	626	S_z^2	6,6	S_z	2,57	V em %	6,1%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,4	(ε%)	3,4%	41,7							
		Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																						

Tabela A 4 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 18 a 28

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. ^a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \bar{t}_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
							$\sum t_i / n$	\bar{t}_i																								
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação dos manipul				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	13,19	8,6%	
				ti	17,74	14,61	12,32	10,68	10,85	11,24	15,46	12,75	14,69	13,46	13,06	11,98	15,48	10,85	12,69									197,84	13,19			
				F	18	23	231	337	437	536	638	742	852	959	1069	1177	1285	1393	1505									1500	100			
	2	Colocação das tampas				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	13,74	6,7%	
				ti	15,73	16,52	12,42	11,86	12,55	10,84	13,49	13,06	14,92	14,23	15,73	13,30	15,25	14,25	12,03									206,16	13,74			
				F	33	39	244	348	449	547	652	755	866	973	1085	1190	1300	1407	1517									1500	100			
	3	Colocação do emulsor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	9,62	6,4%	
				ti	9,52	10,99	8,21	9,85	7,87	8,09	9,72	9,31	8,87	11,00	8,95	10,54	11,55	9,99	9,86									144,32	9,62			
				F	43	50	252	358	457	555	662	765	875	984	1094	1201	1311	1417	1527									1500	100			
	4	Limpeza e inspeção final				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	11,74	6,8%	
				ti	9,22	11,67	12,74	13,15	11,11	10,20	11,50	12,14	10,82	11,86	11,74	10,85	12,55	15,47	11,02									176,05	11,74			
				F	52	62	264	371	468	565	673	777	886	996	1106	1211	1324	1432	1538									1500	100			
	5	Colocação da torneira num saco				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	6,26	6,6%	
				ti	4,61	6,68	6,20	5,45	7,07	5,07	5,93	6,90	6,73	6,72	5,81	7,02	6,42	6,39	6,85									93,84	6,26			
				F	57	69	271	377	475	570	679	784	893	1003	1111	1218	1330	1439	1545									1500	100			
	6	Colocação do tirante na torneira e colocação desta na caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	9,87	5,7%	
				ti	9,63	8,07	10,66	11,33	10,02	10,59	8,39	10,35	9,72	8,85	9,70	10,26	10,11	11,59	8,76									148,03	9,87			
				F	66	77	281	388	485	581	687	794	903	1012	1121	1229	1340	1450	1554									1500	100			
	7	Colocação do Contra-parafuso e do escoador na caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	8,06	4,0%	
				ti	8,35	8,22	8,95	7,04	7,26	8,46	7,78	8,45	7,98	8,46	8,80	8,24	7,16	7,69	8,01									120,83	8,06			
				F	75	85	290	395	493	589	695	802	911	1020	1130	1237	1348	1458	1562									1500	100			
	8	Colocação dos TPI's e fecho da caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	11,67	3,7%	
				ti	11,80	10,95	10,98	10,50	11,49	12,76	10,88	12,46	12,65	11,79	11,99	10,46	11,59	12,37	12,35									175,00	11,67			
				F	87	96	301	406	504	602	706	815	923	1032	1142	1247	1359	1470	1574									1500	100			
	9	Colocação da etiqueta na caixa e desta na paleta				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	7,39	5,0%	
				ti	7,01	7,22	8,61	6,37	6,60	7,36	8,01	6,99	7,03	7,55	6,55	8,00	7,78	7,30	8,42									110,79	7,39			
				F	94	203	310	412	511	609	714	822	930	1039	1148	1255	1367	1478	1583									1500	100			
	10	Montagem de uma nova caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	10,89	5,2%	
			ti	10,12	11,75	12,25	9,17	9,71	10,05	11,35	11,21	10,85	12,65	11,85	9,95	10,16	11,49	10,86									163,38	10,89				
			F	104	215	322	421	521	620	725	833	941	1052	1160	1265	1377	1489	1594									1500	100				
11	Colocação de um acondicionador				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	4,09	5,3%		
			ti	4,48	3,93	3,78	4,71	4,33	3,45	3,99	3,79	4,33	4,10	4,46	3,81	4,68	3,54	4,00									613,6	4,09				
			F	108	219	326	426	525	623	729	837	945	1056	1165	1269	1382	1493	1598									1500	100				
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 19 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	170438		t_z	108,2	110,6	107,1	100,1	98,87	98,11	106,5	107,4	108,6	110,7	108,6	104,4	112,7	110,9	104,8						1598	$\sum t_i$	106,5	$\sum t$	
				15	\bar{t}_z	106,5		$\sum t_z$	1598	S_z^2	20,2	S_z	4,49	V em %	4,2%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,5	(ε%)	2,3%	106,5						
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤				5%		Erro amostral Obtido (ε%) =				2,3%		Número de medições adicionais a efectuar =																			

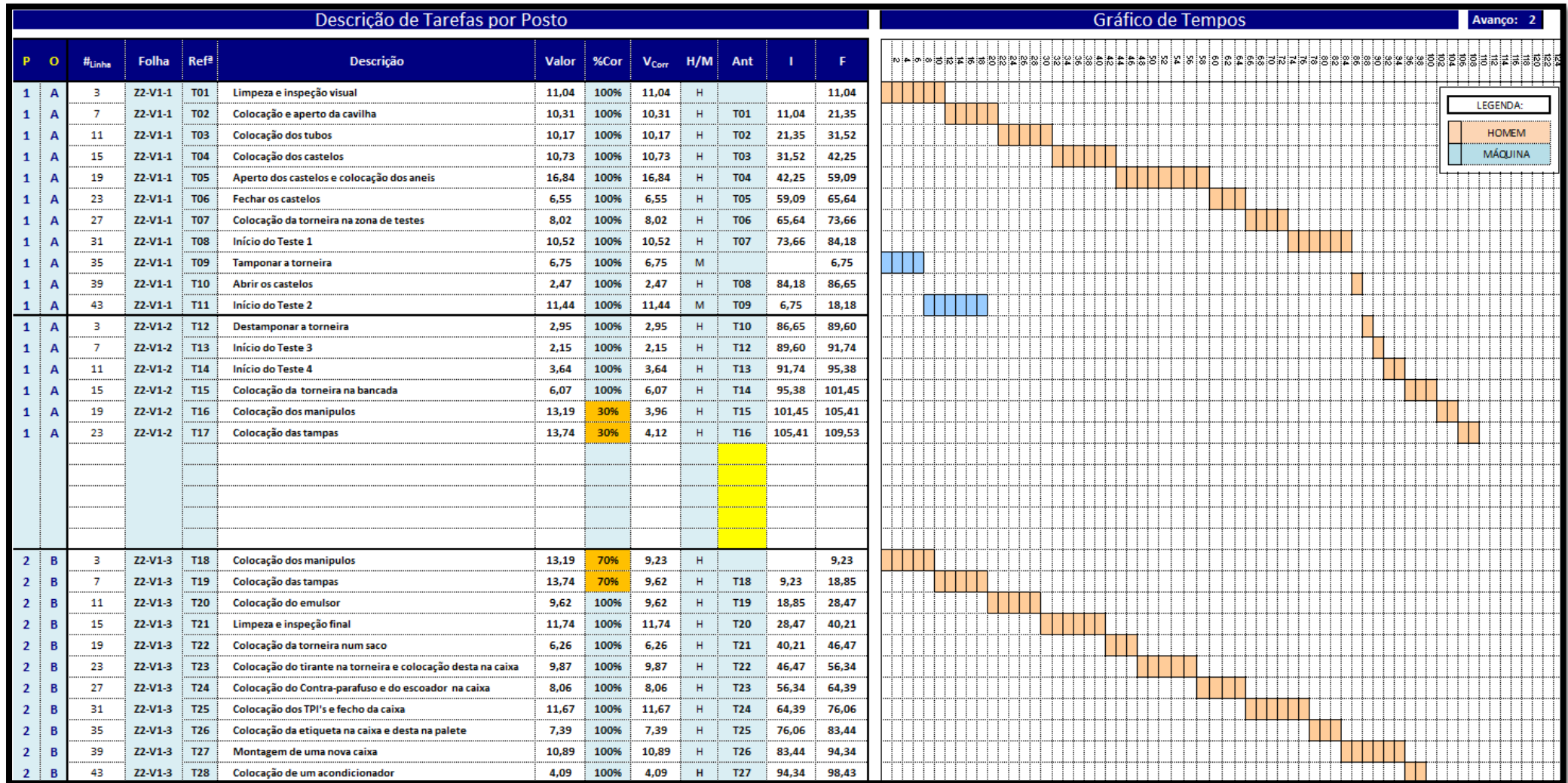
Tabela A 5 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
Média	11,0405	10,3067	10,1728	10,73	16,8375	6,55053	8,023	10,5191	6,74843	2,46647	11,4364	104,831
Σx_i^2	1854,2	1600,48	1572,51	1749,55	4305,38	661,044	977,69	1660,29	687,728	92,046	1962,1	165085
Σx_i	165,608	154,6	152,592	160,95	252,563	98,258	120,345	157,786	101,227	36,997	171,546	1572,47
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	27426	23901,2	23284,3	25904,9	63788,1	9654,63	14482,9	24896,4	10246,8	1368,78	29428	2472667
$(\Sigma x)^2/n$	1828,4	1593,41	1552,29	1726,99	4252,54	643,642	965,528	1659,76	683,12	91,2519	1961,87	164844
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
S^2	1,84309	0,50463	1,44411	1,61144	3,77468	1,24298	0,86868	0,03764	0,32913	0,05672	0,01637	17,1915
s	1,3576	0,71037	1,20171	1,26943	1,94285	1,11489	0,93203	0,19402	0,5737	0,23816	0,12795	4,14626
V	12,3%	6,9%	11,8%	11,8%	11,5%	17,0%	11,6%	1,8%	8,5%	9,7%	1,1%	4,0%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,75182	0,39339	0,66549	0,70298	1,07592	0,6174	0,51614	0,10744	0,3177	0,13189	0,07086
10%	ERRO (%)	6,81%	3,82%	6,54%	6,55%	6,39%	9,43%	6,43%	1,02%	4,71%	5,35%	0,62%
	n' =											

	T12	T13	T14	T15	T16	T17	
Média	2,9506	2,14693	3,6362	6,07113	13,1895	13,7441	41,7385
Σx_i^2	132	69,5091	198,899	556,496	2668,62	2872,04	26223,6
Σx_i	44,259	32,204	54,543	91,067	197,843	206,161	626,077
n=	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	1958,86	1037,1	2974,94	8293,2	39141,9	42502,4	391972
$(\Sigma x)^2/n$	130,591	69,1398	198,329	552,88	2609,46	2833,49	26131,5
n-1=	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
S^2	0,10066	0,02637	0,04067	0,25828	4,22567	2,75372	6,58137
s	0,31727	0,1624	0,20166	0,50822	2,05564	1,65943	2,56542
V	10,75%	7,56%	5,55%	8,37%	15,59%	12,07%	6,1%
f=	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,1757	0,08993	0,11167	0,28144	1,13838	0,91896
10%	ERRO (%)	5,95%	4,19%	3,07%	4,64%	8,63%	6,69%
	n' =						

	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	
Média	13,1895	13,7441	9,62147	11,7365	6,25603	9,8686	8,0556	11,6668	7,3857	10,8918	4,09073	106,507
Σx_i^2	2668,62	2872,04	1405,71	2095,22	594,824	1475,38	978,065	2050,06	824,554	1793,85	253,162	170438
Σx_i	197,843	206,161	144,322	176,048	93,8405	148,029	120,834	175,002	110,786	163,377	61,361	1597,6
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	39141,9	42502,4	20828,8	30992,9	8806,04	21912,6	14600,9	30625,7	12273,4	26692	3765,17	2552335
$(\Sigma x)^2/n$	2609,46	2833,49	1388,59	2066,19	587,069	1460,84	973,39	2041,71	818,228	1779,47	251,011	170156
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
S^2	4,22567	2,75372	1,22319	2,07339	0,55392	1,0384	0,33391	0,59633	0,45181	1,02707	0,15361	20,1688
s	2,05564	1,65943	1,10598	1,43993	0,74426	1,01902	0,57785	0,77223	0,67217	1,01344	0,39193	4,49097
V	15,6%	12,1%	11,5%	12,3%	11,9%	10,3%	7,2%	6,6%	9,1%	9,3%	9,6%	4,2%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	1,13838	0,91896	0,61247	0,79741	0,41216	0,56432	0,32	0,42764	0,37223	0,56123	0,21704
10%	ERRO (%)	8,63%	6,69%	6,37%	6,79%	6,59%	5,72%	3,97%	3,67%	5,04%	5,15%	5,31%
	n' =											

Tabela A 6 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Banheira Costa

Tabela A 7 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega nas sedes e nas porcas e coloca-as no módulo	OP1	T01
	Pega no corpo e efetua a inspeção visual (operação partilhada)	OP2	T02
	Pega no inversor e coloca no corpo (operação partilhada)	OP3	T03
	Coloca o corpo no módulo e aperta o inversor		
	Pega no botão do inversor, coloca-o e aperta-o	OP4	T04
	Pega nos castelos coloca-os e aperta-os	OP5	T05
	Pega no corpo e no emulsor	OP6	T06
	Coloca o emulsor e aperta-o		
	Pega nos anéis de plástico e coloca-os	OP7	T07
	Substitui o corpo no módulo de teste	OP8	T08
	Carrega no botão e inicia a 1ª fase do teste	OP9	T09
	Puxa o botão do inversor	OP10	T10
	Carrega no botão e inicia a 2ª fase do teste	OP11	T11
	Pega nos manípulos e coloca-os (operação partilhada)	OP12	T12
	Pega nas duas tampas e coloca-as (operação partilhada)	OP13	T13
2º OPERADOR	Pega nos manípulos e coloca-os (operação partilhada)	OP12	T12
	Pega nas duas tampas e coloca-as (operação partilhada)	OP13	T13
	Pega no corpo e no casquilho e coloca o casquilho no corpo	OP14	T14
	Pega num pano e efetua a limpeza e inspeção final	OP15	T15
	Pega num saco e coloca a torneira no seu interior	OP16	T16
	Coloca o saco na caixa		
	Pega nos TPI's e coloca-os na caixa	OP17	T17
	Fecha a caixa e coloca-a num monte		
	Monta uma nova caixa e coloca as 2 pré montagens	OP18	T18
	Pega no monte de caixas e coloca-o na paleta	OP19	T19
	Pega no corpo e efetua a inspeção visual (operação partilhada)	OP2	T02
	Pega no inversor e coloca no corpo (operação partilhada)	OP3	T03
	Coloca o corpo no módulo e aperta o inversor		

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 8 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11


	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{t}$	$t = \frac{L - t_i}{100 - t_i}$	Tipo de Tempo	(ε %)	Nº																	
							$\sum t_i / n$	$\frac{L}{t_i}$																																									
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação das porcas e das sedes no módulo				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	7,35	4,1%																			
						ti	7,53	7,20	6,32	7,97	7,82	7,80	7,48	6,94	7,11	7,47	6,67	6,72	8,17	7,07	7,93						10,19	7,35																					
						F	8	105	203	301	402	506	616	710	811	913	1014	1116	1216	1320	1424						15																						
	2	Limpeza e Inspeção visual				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		1800	100	14,08	9,4%																			
						ti	2,95	11,94	9,91	12,32	13,21	19,51	9,55	14,67	14,45	15,48	11,41	16,92	15,54	17,88	12,64	15,42	16,47	13,20		253,47	14,08																						
						F	20	117	213	313	415	526	625	725	825	928	1025	1133	1233	1338	1437	1531	1648	1661		18																							
	3	Colocação e aperto do inversor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	9,01	5,7%																		
						ti	8,70	10,60	7,60	10,10	10,40	8,00	8,30	9,10	8,60	9,00	9,00	8,10	10,00	9,40	8,20						135,10	9,01																					
						F	29	128	220	323	425	534	634	734	834	937	1034	1141	1243	1347	1445						15																						
	4	Colocação e aperto do botão do inversor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,89	8,1%																		
						ti	4,63	3,91	3,83	4,16	4,35	4,62	3,76	5,02	3,39	3,91	3,14	3,13	3,43	3,39	3,72						58,36	3,89																					
						F	34	132	224	327	430	539	637	739	837	941	1037	1144	1247	1351	1448						15																						
	5	Colocação e aperto dos dois castelos				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	9,13	6,4%																		
						ti	8,20	8,70	10,30	10,80	10,60	9,50	7,70	7,40	9,50	8,20	9,50	8,50	10,10	9,60	8,40						137,00	9,13																					
						F	42	140	234	338	440	548	645	747	847	949	1047	1147	1257	1360	1457						15																						
	6	Colocação e aperto do emulsor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,70	8,3%																		
						ti	7,70	4,97	5,68	6,63	6,74	6,96	6,49	6,82	7,48	7,47	9,14	5,77	6,06	6,09	6,51						100,51	6,70																					
						F	50	145	240	345	447	555	652	753	854	957	1056	1168	1263	1366	1463						15																						
	7	Colocação dos anéis de plástico				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,54	6,6%																		
						ti	4,94	7,22	6,84	6,38	5,98	7,72	6,26	6,65	6,55	5,66	7,98	5,93	6,71	6,30	6,95						98,08	6,54																					
						F	55	153	247	351	453	563	658	760	861	962	1064	1164	1270	1373	1470						15																						
	8	Substituir o corpo no módulo do teste				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,88	5,2%																		
						ti	3,89	3,08	3,93	3,23	4,51	4,21	3,85	3,70	4,26	4,02	4,10	3,76	3,85	3,79	4,01						58,18	3,88																					
						F	59	156	251	354	458	567	662	764	865	966	1068	1168	1274	1376	1474						15																						
	9	Iniciar a 1ª Fase de testes				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	17,00	1,7%																		
						ti	6,71	17,20	17,35	16,23	17,28	17,59	17,37	17,01	16,63	17,04	17,21	17,30	16,09	16,15	17,80						254,95	17,00																					
						F	75	173	268	370	475	585	679	781	882	983	1085	1185	1290	1393	1492						15																						
	10	Puxar o botão do inversor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	2,06	5,4%																		
						ti	186	2,10	2,42	1,85	1,97	2,11	2,22	1,71	1,85	2,34	2,06	2,13	1,99	2,00	2,31						30,89	2,06																					
						F	77	175	271	372	477	587	681	782	883	986	1087	1188	1292	1395	1494						15																						
	11	Iniciar a 2ª Fase de testes				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	21,60	0,9%																		
						ti	20,97	2147	22,02	2166	2185	2172	22,04	2126	2170	2135	22,02	22,15	2149	2122							324,05	21,60																					
						F	98	196	293	394	499	608	703	804	905	1007	1109	1210	1313	1416	1516						15																						
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 19 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	153331	t_z	98,07	98,39	96,19	101,3	104,7	109,7	95,01	100,3	101,5	101,9	102,2	100,4	103,1	103,2	99,68	15,418	16,47	13,2			1561	$\sum t_i$	101,2	$\sum t$																				
																														15	\bar{t}_z	101,0	$\sum t_z$	1516	s_z^2	12,8	s_z	3,57	V em %	3,5%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,0	(ε %)	2,0%	101,2
Erro amostral tolerado (ε %) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε %) =		2,0%		Número de medições adicionais a efectuar =																																									

Tabela A 9 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 12 a 19

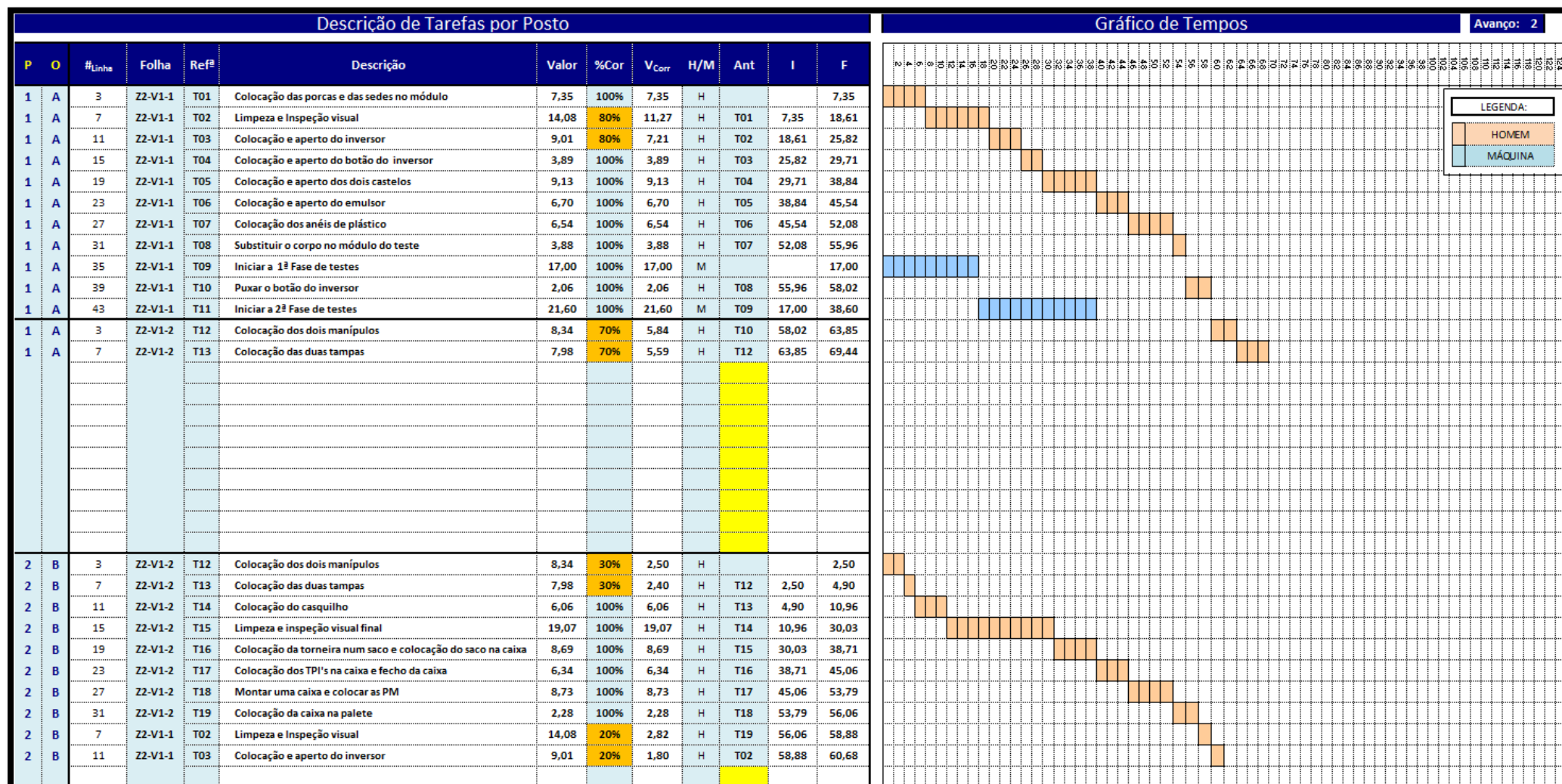
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação dos dois manípulos				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	8,34		4,1%	N'			
							ti	8,94	9,24	8,44	7,22	7,57	7,58	9,11	8,21	8,30	7,99	9,12	8,46	8,31	7,93	8,65	125,06	8,34											
							F	9	71	135	203	278	345	412	481	547	612	680	747	817	885	954	5												
	2	Colocação das duas tampas				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	7,98		4,3%					
							ti	8,63	8,99	7,74	7,08	7,09	7,35	8,85	7,95	8,06	7,54	8,76	8,17	7,77	7,57	8,23	119,76	7,98											
							F	18	80	142	210	285	352	421	489	555	620	689	755	824	893	962	5												
	3	Colocação do casquilho				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	6,06		7,5%					
							ti	4,39	5,69	6,79	5,95	5,97	4,52	5,87	5,60	6,45	7,25	6,42	5,85	6,33	7,01	6,85	90,94	6,06											
							F	22	86	149	216	291	356	427	495	561	627	695	761	831	900	969	5												
	4	Limpeza e inspeção visual final				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	19,07		8,6%					
							ti	14,10	16,42	20,74	26,35	17,55	20,45	20,87	17,61	16,37	17,92	18,54	22,46	20,15	19,49	17,01	286,04	19,07											
							F	36	102	170	242	309	377	448	512	577	645	714	783	851	919	986	5												
	5	Colocação da torneira num saco e colocação do saco na caixa				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	8,69		4,0%					
							ti	8,23	7,80	8,58	9,81	9,42	9,15	8,46	8,70	9,21	7,99	7,85	8,48	8,32	8,75	9,54	130,28	8,69											
							F	44	110	179	252	318	386	456	521	587	653	721	792	859	928	996	5												
	6	Colocação dos TPI's na caixa e fecho da caixa				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	6,34		3,3%					
							ti	6,09	5,74	6,28	6,09	7,10	6,79	6,26	6,42	6,03	6,42	6,49	6,24	6,19	7,03	5,99	95,12	6,34											
							F	50	116	185	258	325	393	462	527	593	659	728	798	865	935	1002	5												
	7	Montar uma caixa e colocar as PM				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	8,73		3,6%					
							ti	8,85	7,80	8,58	9,81	9,42	8,15	8,33	8,48	9,25	9,27	7,98	8,42	9,25	8,65	8,74	130,95	8,73											
							F	59	124	193	268	334	401	471	536	602	668	736	806	875	943	1010	5												
	8	Colocação da caixa na paleta				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{\sum L}{n}$ 1500	$\frac{\sum t_i}{n}$ 100	2,28		6,8%					
							ti	2,85	2,54	2,41	2,18	2,49	196	2,18	2,49	2,06	2,37	2,42	199	2,45	199	183	34,18	2,28											
							F	62	126	196	270	337	403	473	538	604	671	738	808	877	945	1012	5												
	9					L																													
							ti																												
							F																												
	10					L																													
							ti																												
							F																												
	11					L																													
							ti																												
							F																												
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 19 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$ 68440		t_z	62,08	64,21	69,57	74,5	66,6	65,95	69,91	65,45	65,73	66,73	67,57	70,06	68,76	68,4	66,84						1012	$\sum t_i$							
			15	\bar{t}_z	67,5	$\sum t_z$	1012	S_z^2	8,6	S_z	2,93	V em %	4,3%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,6	(ε%)	2,4%			67,5	$\sum t$								
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		2,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																										

Tabela A 10 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
	Média	7,346	14,0817	9,00667	3,89087	9,13333	6,70033	6,53833	3,87833	16,9966	2,0594	21,6033	101,045
	Σx_i^2	813,586	3690,89	1228,85	231,634	1267,04	687,405	649,656	227,475	4337,13	64,1875	7002,45	153331
	Σx_i	110,19	253,471	135,1	58,363	137	100,505	98,075	58,175	254,949	30,891	324,05	1515,68
	n=	15	18	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	12141,8	64247,5	18252	3406,24	18769	10101,3	9618,71	3384,33	64999	954,254	105008	2297283
	$(\Sigma x)^2/n$	809,456	3569,31	1216,8	227,083	1251,27	673,417	641,247	225,622	4333,27	63,6169	7000,56	153152
	n-1=	14	17	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,05882	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s ²	0,29504	7,15189	0,86067	0,32511	1,12667	0,99917	0,60065	0,13235	0,27566	0,04075	0,13496	12,7507
	s	0,54318	2,6743	0,92772	0,57019	1,06145	0,99959	0,77502	0,3638	0,52504	0,20187	0,36737	3,57081
	V	7,4%	19,0%	10,3%	14,7%	11,6%	14,9%	11,9%	9,4%	3,1%	9,8%	1,7%	3,5%
	f=	14	17	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,10982	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,3008	1,3299	0,51375	0,31576	0,58781	0,55355	0,42919	0,20147	0,29076	0,11179	0,20345	1,97745
10%	ERRO (%)	4,09%	9,44%	5,70%	8,12%	6,44%	8,26%	6,56%	5,19%	1,71%	5,43%	0,94%	1,96%
	n' =												

		T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	
	Média	8,337	7,98387	6,06293	19,0691	8,68547	6,34153	8,73	2,27867	67,4885
	Σx_i^2	1047,81	961,513	560,805	5577,63	1137	605,254	1147,8	78,9745	68440,3
	Σx_i	125,055	119,758	90,944	286,036	130,282	95,123	130,95	34,18	1012,33
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	15638,8	14342	8270,81	81816,6	16973,4	9048,39	17147,9	1168,27	1024808
	$(\Sigma x)^2/n$	1042,58	956,132	551,387	5454,44	1131,56	603,226	1143,19	77,8848	68320,5
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s ²	0,37313	0,38438	0,67272	8,79932	0,38862	0,14486	0,32869	0,07784	8,55746
	s	0,61085	0,61998	0,82019	2,96636	0,62339	0,3806	0,57332	0,27899	2,92531
	V	7,33%	7,77%	13,53%	15,56%	7,18%	6,00%	6,57%	12,24%	4,3%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,33828	0,34333	0,45421	1,64272	0,34522	0,21077	0,31749	0,1545	1,61998
10%	ERRO (%)	4,06%	4,30%	7,49%	8,61%	3,97%	3,32%	3,64%	6,78%	2,40%
	n' =									

Tabela A 11 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Banheira Smart / Style

Tabela A 12 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega num pincel com banha e passa nos inversores	OP1	T01
	Pega nas porcas, nas sedes e no inversor e coloca-os no módulo	OP2	T02
	Pega no corpo e efetuam a limpeza e inspeção visual do corpo (operação partilhada)	OP3	T03
	Pousa o corpo no módulo		
	Carrega no pedal e aperta as porcas e as sedes	OP4	T04
	Pega no corpo e pousa no módulo para o aperto do inversor	OP5	T05
	Carrega no pedal e aperta o inversor		
	Pega no botão do inversor coloca-o e aperta-o		
	Pega no corpo pousa-o na bancada	OP6	T06
	Pega no emulsor coloca-o e aperta-o		
	Pega no corpo e coloca-o no módulo do cartuxo	OP7	T07
	Pega e coloca o cartuxo o disco e os parafusos		
	Carrega nos botões para apertar o cartuxo	OP8	T08
	Pega no corpo anterior e tiram-no do teste e pousam na bancada	OP9	T09
	Pega no corpo e coloca-o no teste		
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP10	T10
2º OPERADOR	Pega no corpo e coloca-o no suporte	OP11	T11
	Pega e coloca a válvula anti-retorno	OP12	T12
	Pega e coloca o O'ring e a tampa roscada no corpo	OP13	T13
	Pega na alavanca e coloca-a	OP14	T14
	Pega no perno coloca-o e aperta-o		
	Pega no tampão e coloca-o		
	Pega num pano e efectua a limpeza e inspeção final da peça	OP15	T15
	Pega num saco e coloca a torneira no seu interior	OP16	T16
	Pousa a torneira com o saco na bancada		
3º OPERADOR	Pega numa caixa e monta-a	OP17	T17
	Cola a etiqueta		
	Pega na torneira e coloca-a dentro da caixa	OP18	T18
	Pega na ligação excêntrica e coloca-a dentro da caixa		
	Pega nos TPI's e coloca-os no interior da caixa	OP19	T19
	Inicia o fecho da caixa e coloca-a num monte		
	Pega num monte de caixas e coloca-as na paleta	OP20	T20
	Pega no corpo e efetuam a limpeza e inspeção visual do corpo (operação partilhada)	OP21	T21
	Pousa o corpo no módulo		

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 13 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 10


	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i} = \frac{\bar{L} - \bar{L}_i}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'	
							$\sum t_i / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$																								
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação da banha nos inversores ainda na caixa OP 1				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	1,15	7,4%	
						ti	100	0,90	1,13	1,33	1,27	1,17	1,27	1,24	1,01	1,38	1,00	1,30	0,96	1,05	1,25							17,24	1,15			
						F	1	91	95	256	341	422	505	598	689	778	869	958	1050	1133	1216							15				
	2	Colocação porcas sedes e inversor no módulo OP 2				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	6,41	4,1%	
						ti	5,96	5,79	6,04	7,10	6,91	6,18	6,86	6,41	5,96	6,91	6,86	7,00	5,96	6,24	5,92							96,08	6,41			
						F	7	97	81	263	348	429	512	605	695	785	875	965	1056	1140	1221							15				
	3	Limpeza e inspeção visual do corpo OP 3				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100	15,08	9,9%	
						ti	19,89	16,92	12,35	13,33	10,39	11,97	19,75	20,28	19,97	19,93	21,61	21,44	10,89	12,90	10,59	11,80	11,21	11,98	11,87	13,52	301,56	15,08				
						F	27	114	193	276	358	440	531	625	714	805	897	987	1067	1153	1232	1307	1319	1330	1342	1355	20					
	4	Aperto das porcas e das sedes OP 4				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	3,60	6,7%	
						ti	3,69	3,71	3,41	3,42	3,82	3,25	4,95	3,43	3,49	3,83	3,01	3,41	3,36	3,78	3,42							53,99	3,60			
						F	31	117	197	280	362	444	536	628	717	808	900	990	1071	1156	1235							15				
	5	Aperto do inversor e colocação do botão do inversor OP 5				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,66	5,5%	
						ti	6,12	6,83	6,49	5,96	7,07	6,51	8,47	6,99	6,52	5,89	6,01	6,37	6,83	7,00	7,02							99,86	6,66			
						F	37	124	203	285	369	450	545	635	724	814	906	997	1077	1163	1242							15				
	6	Colocação do emulsor OP 6				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,27	8,2%	
						ti	7,31	4,81	6,58	7,89	6,62	6,28	5,47	5,60	6,62	6,34	6,11	5,74	8,17	6,01	5,37							94,11	6,27			
						F	44	129	210	293	375	457	550	641	730	821	912	1002	1085	1169	1248							15				
	7	Colocação do cartucho e restantes componentes OP 7				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,60	5,2%	
						ti	6,27	5,80	6,02	6,04	6,26	7,71	7,20	7,16	7,16	7,20	6,14	6,97	6,98	5,79	6,30							98,98	6,60			
						F	50	135	216	299	381	464	557	648	738	828	918	1009	1092	1175	1254							15				
	8	Aperto do cartucho OP 8				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,29	5,0%	
						ti	3,31	3,13	2,98	3,48	2,83	3,55	3,22	3,77	3,18	3,50	3,10	3,06	3,20	3,14	3,93							49,37	3,29			
						F	54	138	219	303	384	468	561	652	741	831	921	1012	1096	1178	1258							15				
	9	Substituição do corpo no teste OP 9				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,61	4,4%	
						ti	3,62	3,53	3,19	3,79	3,81	3,04	3,42	3,57	3,49	3,85	3,33	3,95	4,11	3,79	3,65							54,13	3,61			
						F	57	141	222	307	388	471	564	655	744	835	925	1016	1100	1182	1262							15				
	10	Início do teste OP 10				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	32,65	0,6%	
						ti	32,76	32,56	32,27	33,04	33,26	32,64	32,84	32,55	32,16	32,43	32,34	33,11	32,55	32,29	32,99							489,77	32,65			
						F	90	174	254	340	421	503	597	688	776	868	957	1049	1132	1214	1295							15				
	11					L																										
						ti																										
						F																										
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 20 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	112059	t_z	89,92	83,96	80,47	85,37	81,43	82,31	93,45	90,98	88,55	91,06	89,49	92,34	82,99	81,97	80,42	11,8	11,21	11,98	11,87	13,52	1355	$\sum t_i$	85,3	$\sum t$		
			15	\bar{t}_z	86,3	$\sum t_z$	1295	s_z^2	21,8	s_z	4,67	V em %	5,4%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,6	(ε%)	3,0%	85,3										
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,0%		Número de medições adicionais a efectuar =																							

Tabela A 14 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 11 a 16

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100 - t_i}$	Tipo de Tempo	(ε %)	N'						
ZZ[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação do corpo no suporte OP 11				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100	3,06		9,4%							
						ti	2,92	2,66	3,09	3,57	3,91	2,86	2,15	3,88	3,31	2,86	3,88	193	3,13	2,99	3,48	4,12	199	3,46	2,31	2,79	6128	3,06										
						F	3	60	22	164	238	288	347	403	459	510	571	622	672	730	788	847	849	852	855	857	20											
	2	Colocação da válvula antiretorno OP 12				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	2,75		6,6%							
						ti	2,89	2,31	3,63	2,44	2,80	2,70	2,74	2,55	2,69	2,41	2,99	2,55	3,13	2,59	2,80						4120	2,75										
						F	6	63	126	186	241	291	349	405	461	512	574	625	675	733	791						15											
	3	Colocação do O'ring e da tampa roscada OP 13				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	5,01		9,9%							
						ti	5,04	4,60	5,92	4,29	6,03	6,86	6,45	4,58	4,21	5,03	4,27	3,87	5,13	4,59	4,33						75,17	5,01										
						F	11	67	132	191	247	298	356	410	466	517	579	629	681	737	796						15											
	4	Colocação da alavanca, do perno e do tampão OP 14				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	15,35		9,2%							
						ti	12,98	15,15	16,57	14,98	10,48	14,37	15,88	14,42	14,49	21,19	13,80	14,95	19,87	16,02	15,05						230,19	15,35										
						F	24	83	149	206	258	312	372	424	480	538	593	644	700	753	811						15											
	5	Limpeza e inspeção visual final OP 15				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	23,52		6,5%						
						ti	27,73	28,99	24,68	23,78	19,60	24,59	21,77	23,49	21,02	23,29	20,86	19,93	21,73	24,92	26,36						352,74	23,52										
						F	52	112	173	229	277	337	393	448	501	562	613	664	722	778	837						15											
	6	Colocação da torneira num saco OP 16				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,45		9,6%						
						ti	6,26	7,78	7,04	5,05	8,24	7,71	5,27	7,72	5,86	5,86	7,20	5,35	4,90	6,79	5,75						96,76	6,45										
						F	58	119	180	234	285	344	399	455	507	568	621	669	727	785	843						15											
	7					L																																
						ti																																
						F																																
	8					L																																
						ti																																
						F																																
	9					L																																
						ti																																
						F																																
	10					L																																
						ti																																
						F																																
	11					L																																
						ti																																
						F																																
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 20 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	47554	t_z	57,81	61,49	60,94	54,11	51,06	59,09	54,25	56,63	51,56	60,64	52,99	48,58	57,87	57,9	57,76	4,123	1,985	3,458	2,312	2,789	857	$\sum t_i$	56,1	$\sum t$								
			15	\bar{t}_z	56,2	$\sum t_z$	843	S_z^2	15,3	S_z	3,91	V em %	7,0%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,2	(ε%)	3,9%	56,1														
	Erro amostral tolerado (ε %) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε %) =		3,9%		Número de medições adicionais a efectuar =																													

Tabela A 15 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 17 a 21

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100 - t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N°
							$\sum t_i/n$	\bar{t}_i																								
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Montar nova caixa e colocar etiqueta OP 17				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1200 15	80	10,91	7,9%		
						ti	10,84	11,79	13,95	16,84	14,93	12,85	13,13	16,75	10,17	13,83	11,95	15,48	14,63	13,29	14,09						204,51 15	13,63				
						F	11	63	114	163	211	261	313	373	426	479	534	592	653	700	748						15					
	2	Colocação da torneira e da lig. Excent. OP 18				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	6,15	8,9%		
						ti	5,96	4,81	6,34	5,19	6,67	7,80	7,46	6,13	5,21	7,26	5,42	6,46	7,33	4,95	5,30						92,26 15	6,15				
						F	17	68	120	168	216	269	320	379	431	486	539	599	660	705	754						15					
	3	Colocação dos TPI's e fecho da caixa OP 19				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1200 15	80	10,57	8,0%		
						ti	11,40	12,32	10,77	11,00	17,69	15,42	13,25	12,85	11,69	13,46	12,47	14,59	12,39	13,48	15,48						198,25 15	13,22				
						F	28	80	131	179	235	285	334	392	443	499	552	613	672	718	769						15					
	4	Colocação das caixas na palete OP 20				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1575 15	105	3,24	2,2%		
						ti	2,96	3,05	3,11	3,16	2,94	3,16	3,21	3,00	3,06	2,92	3,17	3,37	3,17	3,06	2,99						46,36 15	3,09				
						F	31	83	134	183	238	288	337	395	446	502	555	617	676	721	772						15					
	5	Limpeza e inspeção visual do corpo OP 21				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1800 20	90	13,57	9,9%		
						ti	19,89	16,92	12,35	13,33	10,39	11,97	19,75	20,28	19,97	19,93	21,61	21,44	10,89	12,90	10,59	11,80	11,21	11,98	11,87	13,52	301,56 20	15,08				
						F	51	100	146	196	249	300	357	416	465	522	577	638	686	734	783	794	806	818	829	843	20					
6					L																											
					ti																											
					F																											
7					L																											
					ti																											
					F																											
8					L																											
					ti																											
					F																											
9					L																											
					ti																											
					F																											
10					L																											
					ti																											
					F																											
11					L																											
					ti																											
					F																											
Estatística	n	$\sum t_z^2$ 41122		t_z	51,05	48,89	46,51	49,52	52,62	51,2	56,79	59,01	49,09	57,39	54,62	61,34	48,4	47,68	48,44	11,8	11,21	11,98	11,87	13,52	843	$\sum t_i$	44,4	$\sum t$				
	15	\bar{t}_z 52,2	$\sum t_z$	783	S_z^2 21,1		S_z 4,59		V em % 8,8%		$(\delta) = 95\%$		$(\alpha) = 5\%$		$t_{(a/2;n-1)}$ 2,14		(ϵ) 2,5		$(\epsilon\%)$ 4,9%		51,2											
Erro amostral tolerado (ε%) ≤ 5%					Erro amostral Obtido (ε%) = 4,9%					Número de medições adicionais a efectuar =																						

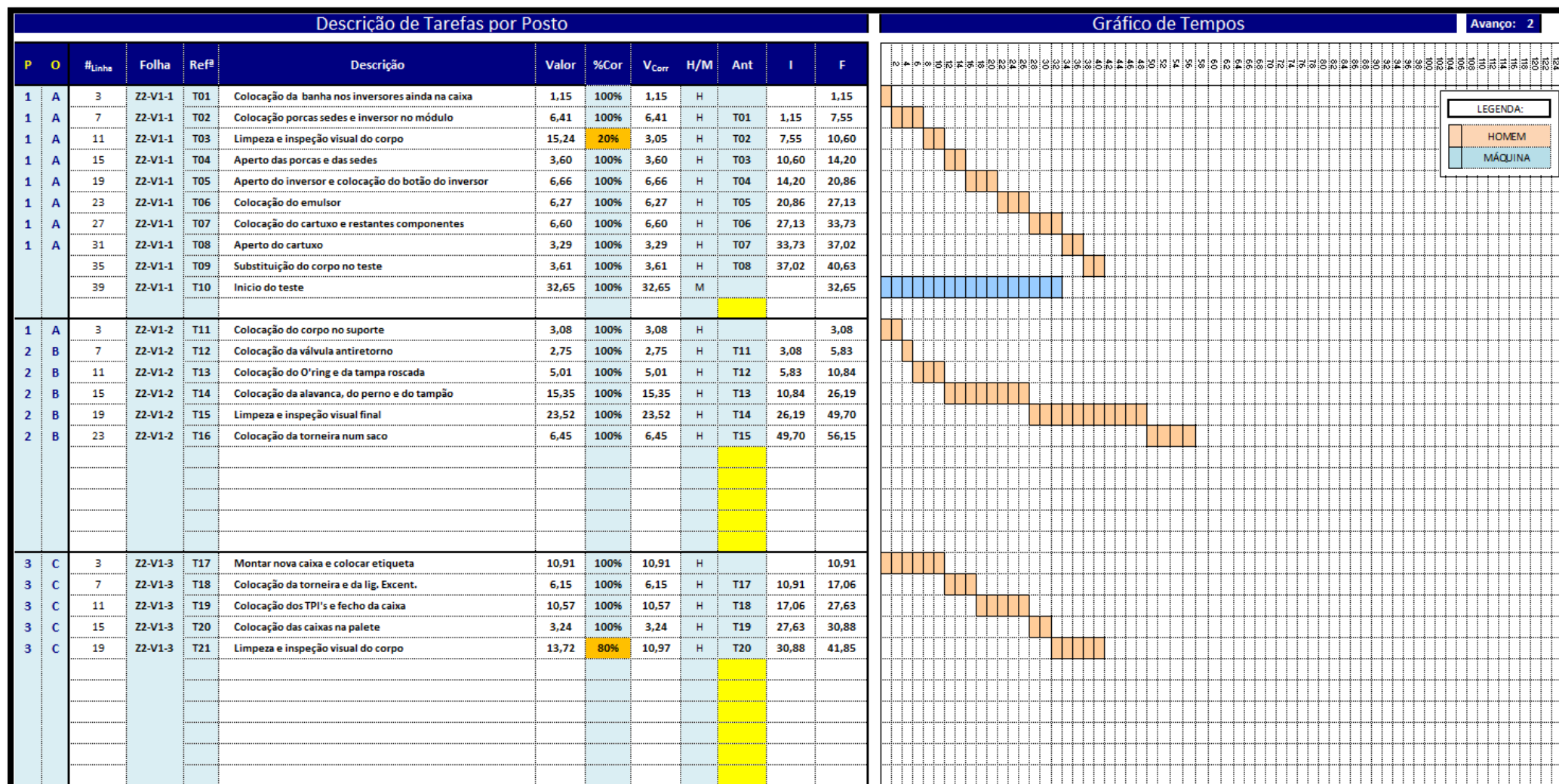
Tabela A 16 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	
Média	1,14962	6,40513	15,2389	3,59947	6,6576	6,274	6,59833	3,29147	3,60867	32,6512	86,315
$\sum x_i^2$	20,1566	618,56	7442,06	197,025	670,992	602,591	658,422	163,764	196,5	15993,1	112059
$\sum x_i$	17,2443	96,077	457,167	53,992	99,864	94,11	98,975	49,372	54,13	489,768	1294,72
n=	15	15	30	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	297,367	9230,79	209002	2915,14	9972,82	8856,69	9796,05	2437,59	2930,06	239873	1676311
$(\sum x)^2/n$	19,8245	615,386	6966,72	194,342	664,855	590,446	653,07	162,506	195,337	15991,5	111754
n-1=	14	14	29	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,03448	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,02372	0,22675	16,3909	0,19162	0,43835	0,86748	0,38228	0,08985	0,08307	0,11398	21,7652
s	0,15403	0,47618	4,04857	0,43775	0,66208	0,93139	0,61829	0,29976	0,28822	0,33761	4,66532
V	13,4%	7,4%	26,6%	12,2%	9,9%	14,8%	9,4%	9,1%	8,0%	1,0%	5,4%
f=	14	14	29	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,04523	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,0853	0,2637	1,51176	0,24242	0,36665	0,51578	0,3424	0,166	0,15961	0,18696
10%	ERRO (%)	7,42%	4,12%	9,92%	6,73%	5,51%	8,22%	5,19%	5,04%	4,42%	0,57%
	n' =										

	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
Média	3,08224	2,74693	5,0114	15,3463	23,5157	6,45067	56,1782
$\sum x_i^2$	207,654	114,695	388,059	3624,06	8402,87	641,6	47553,7
$\sum x_i$	64,727	41,204	75,171	230,194	352,735	96,76	842,673
n=	21	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	4189,58	1697,77	5650,68	52989,3	124422	9362,5	710098
$(\sum x)^2/n$	199,504	113,185	376,712	3532,62	8294,8	624,167	47339,9
n-1=	20	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,05	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,40751	0,10787	0,81049	6,53132	7,71954	1,24528	15,2731
s	0,63837	0,32843	0,90027	2,55564	2,77841	1,11592	3,90808
V	20,71%	11,96%	17,96%	16,65%	11,82%	17,30%	7,0%
f=	20	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,08596	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,29058	0,18188	0,49855	1,41527	1,53863	0,61798
10%	ERRO (%)	9,43%	6,62%	9,95%	9,22%	6,54%	9,58%
	n' =						

	T17	T18	T19	T20	T21	
Média	13,6337	6,15047	13,2165	3,0904	15,2389	52,1705
$\sum x_i^2$	2841,61	581,222	2670,86	143,464	7442,06	41121,8
$\sum x_i$	204,506	92,257	198,247	46,356	457,167	782,558
n=	15	15	15	15	30	15
$(\sum x_i)^2$	41822,7	8511,35	39301,9	2148,88	209002	612397
$(\sum x)^2/n$	2788,18	567,424	2620,12	143,259	6966,72	40826,5
n-1=	14	14	14	14	29	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,03448	0,07143
s ²	3,81655	0,98562	3,62392	0,01469	16,3909	21,0973
s	1,9536	0,99278	1,90366	0,12121	4,04857	4,59318
V	14,3%	16,1%	14,4%	3,9%	26,6%	8,8%
f=	14	14	14	14	29	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,04523	2,14479
E	ERRO	1,08187	0,54979	1,05421	0,06712	1,51176
10%	ERRO (%)	7,94%	8,94%	7,98%	2,17%	9,92%
	n' =					

Tabela A 17 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Chuveiro Smart / Style

Tabela A 18 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega nas porcas e nas sedes e colocam no módulo	OP1	T01
	Pega no corpo e efetuam a limpeza e inspeção visual do corpo	OP2	T02
	Pousa o corpo no módulo		
	Carrega no pedal e apertam as porcas e as sedes	OP3	T03
	Pega no corpo e colocam-no no módulo do cartuxo	OP4	T04
	Colocam o cartuxo o disco e os parafusos	OP5	T05
	Carregam nos botões para apertar o cartuxo	OP6	T06
	Pega no corpo anterior e tira-o do teste e pousa-o na bancada (operação partilhada)	OP7	T07
	Pega no corpo e coloca-o no teste		
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP8	T08
2º OPERADOR	Pega no corpo anterior e tira-o do teste e pousa-o na bancada (operação partilhada)	OP9	T09
	Pega no corpo e coloca-o no teste		
	Pega no corpo e coloca o O'ring e a tampa roscada	OP10	T10
	Pousa o corpo no módulo		
	Pega na alavanca e coloca-a	OP11	T11
	Pega no perno coloca-o e aperta-o	OP12	T12
	Pega no tampão e coloca-o	OP13	T13
	Pega no corpo e coloca-o na bancada		
	Pega num pano e efectua a limpeza e inspeção final da peça	OP14	T14
	Pega num saco e coloca a torneira no seu interior	OP15	T15
	Pousa a torneira com o saco na bancada		
3º OPERADOR	Pega numa caixa e monta-a	OP16	T16
	Pega num acondicionador e coloca-o dentro da caixa		
	Pega na torneira e coloca-a dentro da caixa		
	Pega em dois acondicionadores monta-os e coloca-os	OP17	T17
	Pega na bica e coloca-a no interior da caixa	OP18	T18
	Pega numa mini caixa e coloca-a no interior da caixa	OP19	T19
	Pega nos TPI's e coloca-os no interior da caixa	OP20	T20
	Inicia o fecho da caixa e coloca-a num monte	OP21	T21
	Pega na etiqueta e coloca-a	OP22	T22
	Pega num monte de caixas e coloca-as na palete	OP23	T23

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela A 19 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 8

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{t}$	$t = \frac{L}{100} \cdot t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
							$\sum t_i / n$	$\frac{L}{t}$																								
ZZ[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação das porcas e das sedes no módulo				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	6,30	7,3%	
						ti	6,21	5,91	6,11	5,38	5,42	4,65	7,60	5,94	5,62	6,97	6,81	6,67	7,48	6,87	6,81							94,45	6,30			
						F	6	65	123	178	233	291	350	409	467	526	584	647	710	773	832							15				
	2	Limpeza e inspeção visual da peça				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	8,83	9,4%	
						ti	9,48	9,23	7,48	8,07	8,04	7,05	7,17	8,81	7,20	8,88	12,77	8,66	9,99	9,42	10,27							132,51	8,83			
						F	16	74	131	186	241	298	357	417	474	535	597	656	720	783	843							15				
	3	Aperto das porcas e das sedes				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	3,04	6,7%	
						ti	2,36	3,21	2,88	2,43	2,72	3,07	3,28	2,61	3,36	3,00	3,05	3,16	3,52	3,42	3,46							45,53	3,04			
						F	18	78	134	189	244	301	361	420	477	538	600	659	724	786	846							15				
	4	Colocação do corpo no módulo do cartuxo				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	2,14	8,4%	
						ti	1,78	1,95	2,32	2,17	1,95	2,16	2,39	2,60	1,96	1,97	2,67	1,86	1,86	1,72	2,69							32,04	2,14			
						F	20	80	136	191	246	303	363	423	479	540	603	661	726	788	849							15				
	5	Colocação do cartuxo e restantes componentes				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	8,00	7,7%	
						ti	7,58	6,49	5,98	6,84	8,93	8,13	8,61	8,16	8,79	7,72	8,46	9,49	9,24	6,53	9,06							119,98	8,00			
						F	27	86	142	198	255	311	372	431	488	548	611	670	735	794	858							15				
	6	Aperto do cartuxo				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	2,35	4,8%	
						ti	2,43	2,13	2,28	2,66	2,61	2,26	2,26	2,34	2,37	2,14	2,04	2,77	2,39	2,35	2,26							35,29	2,35			
						F	30	88	144	200	257	314	374	433	491	550	610	673	737	797	860							15				
	7	Substituição do corpo no teste				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	4,92	5,0%	
						ti	5,23	5,01	4,38	4,35	4,09	4,72	4,90	5,71	4,52	5,00	4,85	5,46	5,16	5,16	5,22							73,76	4,92			
						F	35	93	148	205	261	318	379	439	495	555	618	679	743	802	865							15				
	8	Início do teste				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	23,72	1,9%	
						ti	24,22	23,87	24,32	22,82	24,97	24,35	23,90	22,40	24,26	22,24	22,69	24,26	23,89	23,46	24,10							355,74	23,72			
						F	59	117	173	228	286	343	403	461	519	577	641	703	766	825	889							15				
9					L																											
					ti																											
					F																											
10					L																											
					ti																											
					F																											
11					L																											
					ti																											
					F																											
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 20 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$ 52837		t_z	59,27	57,78	55,74	54,72	58,73	56,38	60,1	58,57	58,07	57,93	63,34	62,33	63,5	58,96	63,87							889	$\sum t_i$	59,3	$\sum t$		
			15	\bar{t}_z 59,3		$\sum t_z$ 889		s_z^2 8,1		s_z 2,85		V em % 4,8%		$(\delta) = 95\%$		$(\alpha) = 5\%$		$t_{(a/2;n-1)}$ 2,14		(ϵ) 1,6		$(\epsilon\%)$ 2,7%		59,3								
Erro amostral tolerado (ε%) ≤ 5%			Erro amostral Obtido (ε%) = 2,7%		Número de medições adicionais a efectuar =																											

Tabela A 20 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 9 a 15

ZZ[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Substituição do corpo no teste	OP 9	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
--	---	--------------------------------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabela A 21 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 16 a 23

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref.ª	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \bar{t}_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
							$\sum t_i / n$	\bar{t}_i																								
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Montar nova caixa e colocar acondicionador e torneira OP 16					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						575 5	105	6,34	8,4%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						90,58 5				6,04
						ti	5,97	5,35	4,65	4,94	6,31	4,97	5,31	7,55	6,89	5,54	5,71	7,10	6,49	6,66	7,16											
	2	Colocação de dois acondicionadores OP 17					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	13,68	4,6%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						195,41 5	13,03				
							ti	13,82	11,41	13,25	11,35	12,55	13,22	15,02	12,68	14,10	12,71	12,66	11,61	12,82	13,95	14,25										
	3	Colocação de um componente OP 18					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	1,86	9,0%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						26,64 5	178				
							ti	150	154	167	2,49	2,8	1,76	1,71	1,43	1,56	1,49	1,91	1,73	1,85	2,05	1,79										
	4	Colocação de uma mini caixa OP 19					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	2,03	4,9%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						29,05 5	194				
							ti	167	189	199	196	2,13	1,73	1,87	1,90	1,76	2,11	1,81	2,26	1,99	1,85	2,15										
	5	Colocação dos TPI's OP 20					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	2,64	7,1%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						37,65 5	2,51				
							ti	2,23	2,24	2,47	2,92	2,60	2,54	2,63	2,77	1,99	2,25	2,01	2,85	3,10	2,55	2,49										
	6	Fecho da caixa OP 21					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	4,13	7,2%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						58,94 5	3,93				
							ti	3,61	3,19	3,52	3,93	3,82	4,25	5,11	4,13	3,84	3,80	4,08	3,87	3,10	4,67	4,03										
	7	Colocação da etiqueta OP 22					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	2,61	9,0%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						37,31 5	2,49				
							ti	2,16	1,98	2,10	2,24	2,39	2,60	2,93	2,24	3,32	2,99	2,83	2,34	2,98	2,36	2,76										
	8	Colocação da caixa na paleta OP 23					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					575 5	105	3,31	8,5%		
							L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						47,28 5	3,15				
							ti	3,19	3,31	3,91	2,84	2,10	3,42	2,82	3,85	2,85	2,82	3,25	3,52	3,63	3,07	2,90										
	9																															
							L																									
							ti																									
	10																															
							L																									
							ti																									
	11																															
							L																									
							ti																									
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 20 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$ 18271		t_z	34,14	30,92	33,57	32,66	34,08	34,48	36,48	36,54	36,1	33,71	34,26	35,28	35,94	37,16	37,52							523	$\sum t_i$	36,6	$\sum t$		
			\bar{t}_z 34,9	$\sum t_z$ 523		s_z^2 3,3		s_z 1,81		V em % 5,2%		(δ) = 95%		(α) = 5%		$t_{(a/2;n-1)}$ 2,14		(ε) 1,0		(ε%) 2,9%						34,9						
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤ 5%			Erro amostral Obtido (ε%) = 2,9%		Número de medições adicionais a efectuar =																								

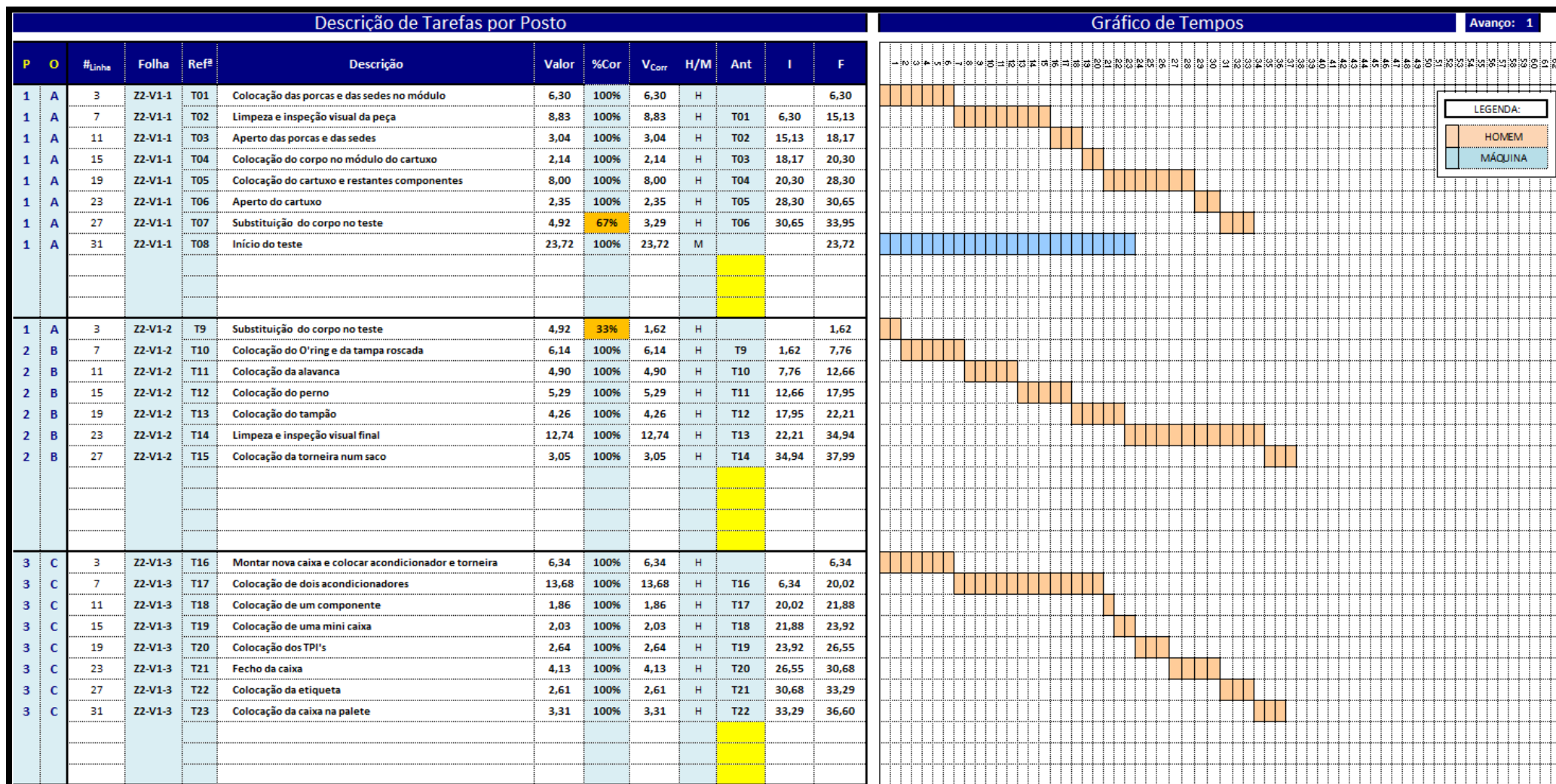
Tabela A 22 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	
	Média	6,29653	8,8338	3,0356	2,13587	7,99873	2,35287	4,91747	23,7159	59,2867
	Σx_i^2	604,305	1202,05	140,127	69,9075	976,794	83,6116	365,463	8445,88	52837,2
	Σx_i	94,448	132,507	45,534	32,038	119,981	35,293	73,762	355,738	889,301
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	8920,42	17558,1	2073,35	1026,43	14395,4	1245,6	5440,83	126550	790856
	$(\Sigma x)^2/n$	594,695	1170,54	138,223	68,4289	959,696	83,0397	362,722	8436,63	52723,8
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s^2	0,68641	2,25053	0,13599	0,10561	1,22129	0,04085	0,19581	0,6605	8,10175
	s	0,8285	1,50018	0,36877	0,32498	1,10512	0,20212	0,4425	0,81271	2,84636
	V	13,2%	17,0%	12,1%	15,2%	13,8%	8,6%	9,0%	3,4%	4,8%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,45881	0,83077	0,20422	0,17997	0,612	0,11193	0,24505	0,45007	1,57626
10%	ERRO (%)	7,29%	9,40%	6,73%	8,43%	7,65%	4,76%	4,98%	1,90%	2,66%
	n' =									

		T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
	Média	4,91747	6,13847	4,899	5,28813	4,25973	12,7355	3,0472	41,2855
	Σx_i^2	365,463	574,633	366,679	432,555	279,346	2491,13	143,27	25686,9
	Σx_i	73,762	92,077	73,485	79,322	63,896	191,033	45,708	619,283
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	5440,83	8478,17	5400,05	6291,98	4082,7	36493,6	2089,22	383511
	$(\Sigma x)^2/n$	362,722	565,212	360,003	419,465	272,18	2432,91	139,281	25567,4
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s^2	0,19581	0,67299	0,47686	0,93498	0,51184	4,15907	0,28489	8,53252
	s	0,4425	0,82036	0,69055	0,96694	0,71543	2,03938	0,53375	2,92105
	V	9,00%	13,36%	14,10%	18,29%	16,80%	16,01%	17,52%	7,1%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,24505	0,4543	0,38241	0,53547	0,39619	1,12937	0,29558	1,61762
10%	ERRO (%)	4,98%	7,40%	7,81%	10,13%	9,30%	8,87%	9,70%	3,92%
	n' =								

		T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
	Média	6,0388	13,0273	1,7758	1,93673	2,5098	3,92933	2,48733	3,1518	34,8569
	Σx_i^2	558,686	2561,89	48,4658	56,668	95,9439	235,256	95,0748	152,287	18270,8
	Σx_i	90,582	195,41	26,637	29,051	37,647	58,94	37,31	47,277	522,854
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	8205,1	38185,1	709,53	843,961	1417,3	3473,92	1392,04	2235,11	273376
	$(\Sigma x)^2/n$	547,007	2545,67	47,302	56,264	94,4864	231,595	92,8024	149,008	18225,1
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s^2	0,83423	1,15853	0,08313	0,02885	0,10411	0,26149	0,16231	0,23424	3,26319
	s	0,91336	1,07635	0,28832	0,16986	0,32265	0,51136	0,40288	0,48398	1,80643
	V	15,1%	8,3%	16,2%	8,8%	12,9%	13,0%	16,2%	15,4%	5,2%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,5058	0,59606	0,15967	0,09407	0,17868	0,28318	0,22311	0,26802	1,00037
10%	ERRO (%)	8,38%	4,58%	8,99%	4,86%	7,12%	7,21%	8,97%	8,50%	2,87%
	n' =									

Tabela A 23 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Banheira Essence

Tabela A 24 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual	OP1	T01
	Larga o pano e coloca o corpo na base para o aperto das sed's e das porcas	OP2	T02
	Pega no corpo, pega na casquilho coloca-a e aperta-a	OP3	T03
	Pega no corpo, pega no inversor coloca-o e aperta-o	OP4	T04
	Pega no corpo e coloca-o no suporte do aperto do cartuxo	OP5	T05
	Pega no cartuxo coloca-o no corpo, coloca uma anilha	OP6	T06
	Pega nos parafusos coloca-os no cartuxo e aperta-os		
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP7	T07
	Coloca as sed's com os O'rings no posto inicial	OP8	T08
	Coloca o O'ring e a tampa roscada em cima do cartuxo	OP9	T09
	Tira a torneira anterior do teste e pausa-a na bancada	OP10	T10
	Coloca a torneira na zona de teste	OP11	T11
	Início do teste	OP12	T12
2º OPERADOR	Pega na torneira e coloca-a no suporte giratório	OP13	T13
	Pega no o emulsor e na válvula de retorno e coloca-os na torneira	OP14	T14
	Pega na alavanca e coloca-a	OP15	T15
	pega no perno coloca-o aparafusa-o	OP16	T16
	Pega no bujão e coloca-o		
	Pega na mola, na anilha na porca e na tampa e coloca-os no inversor	OP17	T17
	Pega num pano e efetua a limpeza	OP18	T18
	Pega num saco	OP19	T19
	Coloca a torneira dentro do saco e pausa-a na bancada		
3º OPERADOR	Pega numa nova caixa, monta-a e cola a etiqueta	OP20	T20
	Pega e coloca o 1º acondicionador	OP21	T21
	Pega e coloca a torneira na caixa	OP22	T22
	Pega e coloca uma pré montagem	OP23	T23
	Pega e coloca o 2º acondicionador	OP24	T24
	Pega e coloca os TPI's e a chave de aperto	OP25	T25
	Coloca as mãos sobre a face superior da caixa, fecha-a e coloca-a num monte	OP26	T26
	Coloca o monte de caixas na paleta	OP27	T27
	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual	OP28	T28
	Coloca um O'ring na tampa do botão de pressão	OP29	T29

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 25 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. #	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{n}$	$t = \frac{L - L_i}{100}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'																		
	1	Limpeza e inspeção visual																																																
	2	Aperto das sed's e das porcas																																																
	3	Colocação do casquilho																																																
4	Colocação do inversor																																																	
5	Colocação do corpo no suporte do aperto do cartuxo																																																	
6	Colocação do Cartuxo																																																	
7	Aperto do Cartuxo																																																	
8	Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto																																																	
9	Colocação do O'ring e da tampa roscada																																																	
10	Retirar a torneira anterior da zona de teste																																																	
11	Colocação da torneira na zona de teste																																																	
Nº Ident.: AA0000 Folha 3 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	72411	t_z	67,28	67,79	63,91	65,53	70,23	75,07	71,5	74,21	69,69	72,56	71,7	72,05	68,83	64,58	66,06							1041	$\sum t_i$	69,4	$\sum t$																				
																																15	\bar{t}_z	69,4	$\sum t_z$	1041	s_z^2	12,1	s_z	3,48	V em %	5,0%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,9	(ε%)	2,8%
Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		2,8%		Número de medições adicionais a efectuar =																																										

Tabela A 26 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 12 a 19

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{n}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'	
							$\sum t_i / n$	\bar{t}_i																									
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Início do teste					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{1500}{6}$	100	45,20		0,1%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{678,07}{6}$	45,20					
						ti	45,11	45,19	45,22	45,10	45,33	45,30	45,21	45,11	45,19	45,11	45,33	45,28	45,15	45,14	45,33						$\frac{678,07}{6}$	45,20					
	2	Colocação da torneira no suporte giratório					F	45	180	316	451	590	728	863	993	1133	1264	1403	1544	1678	1814	1952						$\frac{1575}{6}$	105	5,56		4,0%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{79,37}{6}$	5,29					
						ti	5,70	4,72	5,73	4,46	5,17	5,24	5,32	5,41	5,55	5,62	5,48	5,72	4,99	4,92	5,32						$\frac{79,37}{6}$	5,29					
	3	Colocação do emulso e da válvula antiretorno					F	51	185	321	456	595	733	868	999	1138	1270	1409	1550	1683	1819	1957						$\frac{1575}{6}$	105	7,93		4,3%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{113,22}{6}$	7,55					
						ti	7,55	7,97	7,72	8,50	7,63	6,51	7,31	7,91	6,95	6,86	8,21	7,14	7,69	8,32	6,95						$\frac{113,22}{6}$	7,55					
	4	Colocação do manípulo					F	58	193	329	464	602	740	875	1007	1145	1277	1417	1557	1691	1827	1964						$\frac{1575}{6}$	105	7,44		6,5%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{106,30}{6}$	7,09					
						ti	6,13	6,03	6,71	6,14	8,30	6,47	7,32	8,71	7,41	6,58	8,13	7,46	7,37	6,99	6,55						$\frac{106,30}{6}$	7,09					
	5	Colocação do perno e do bujão					F	64	199	336	470	611	746	883	1015	1152	1283	1425	1564	1698	1834	1970						$\frac{1575}{6}$	105	11,52		5,3%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{164,59}{6}$	10,97					
						ti	10,20	11,81	11,20	12,95	10,12	10,01	9,45	10,45	9,53	12,21	11,65	10,85	10,64	11,33	12,20						$\frac{164,59}{6}$	10,97					
	6	Montagem do botão de pressão					F	75	211	347	483	621	756	892	1026	1162	1295	1436	1575	1709	1845	1983						$\frac{1575}{6}$	105	26,79		3,6%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{382,77}{6}$	25,52					
						ti	26,54	25,89	27,07	27,64	26,18	27,84	22,88	24,65	23,58	26,46	27,16	23,55	24,16	23,69	25,49						$\frac{382,77}{6}$	25,52					
	7	Limpeza da torneira					F	101	237	374	511	647	784	915	1050	1186	1322	1464	1599	1733	1869	2008						$\frac{1575}{6}$	105	24,28		3,2%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{346,92}{6}$	23,13					
						ti	21,86	22,43	21,00	21,12	23,65	22,43	22,77	24,72	22,45	25,01	23,66	22,27	24,52	25,15	23,90						$\frac{346,92}{6}$	23,13					
	8	Colocação da torneira num saco					F	123	259	395	532	671	806	938	1075	1208	1347	1487	1621	1757	1894	2032						$\frac{1575}{6}$	105	12,09		2,6%	
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105						$\frac{172,74}{6}$	11,52					
						ti	12,03	11,12	11,14	12,28	11,91	11,11	10,55	12,11	10,99	10,90	11,55	11,62	11,32	12,11	12,04						$\frac{172,74}{6}$	11,52					
	9						F	135	270	406	544	683	817	948	1087	1219	1358	1499	1633	1769	1906	2044											
						L																											
						ti																											
	10						F																										
						L																											
						ti																											
	11						F																										
						L																											
						ti																											
Nº Ident.: AA0000		Folha 6 de 18 Folhas		Estatística		n	$\sum t_z^2$ 278632		t_z	135,1	135,2	135,8	138,2	138,3	134,9	130,8	139,1	131,6	138,7	141,2	133,9	135,8	137,6	137,8					2044	$\sum t_i$	140,8	$\sum t$	
		15	\bar{t}_z 136,3	$\sum t_z$	2044	S_z^2 7,9	S_z 2,82	V em %	2,1%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$ 2,14	(ε) 1,6	(ε%) 1,1%	136,3																		
		Erro amostral tolerado (ε%) ≤ 5%				Erro amostral Obtido (ε%) = 1,1%				Número de medições adicionais a efectuar =																							

Tabela A 27 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 20 a 29

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \frac{1}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'				
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Monta a caixa e cola etiqueta OP20				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	11,30	4,4%					
						ti	10,67	9,71	10,07	12,80	10,35	11,79	11,74	10,86	12,21	11,85	10,86	12,20	12,04	10,85	11,52							169,50	11,30							
						F	11	102	95	272	351	450	536	627	717	802	893	992	1086	1170	1258							5								
	2	Colocação do 1º acondicionador na caixa OP21				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	5,63	5,7%					
						ti	6,25	5,94	4,52	5,38	5,88	4,59	5,66	5,71	4,85	6,03	6,13	5,85	6,25	5,25	6,10							84,39	5,63							
						F	17	107	200	277	357	455	542	633	722	808	899	998	1092	1176	1264							5								
	3	Colocação da torneira na caixa OP22				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	8,99	2,6%					
						ti	8,88	9,01	8,56	8,64	9,44	9,47	8,47	9,53	8,10	9,35	9,13	9,26	8,79	9,25	8,95							134,83	8,99							
						F	26	116	208	286	367	464	550	643	730	817	908	1007	1101	1185	1273							5								
	4	Colocação da pré-montagem na caixa OP23				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	2,88	8,2%					
						ti	3,67	2,53	2,81	2,52	3,11	3,19	3,62	2,99	2,81	2,35	2,74	2,41	2,58	2,49	3,36							43,17	2,88							
						F	29	119	211	289	370	468	554	646	733	819	911	1009	1103	1187	1276							5								
	5	Colocação do 2º acondicionador na caixa OP24				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	5,13	8,7%					
						ti	5,33	4,67	3,68	4,73	4,03	6,29	5,11	5,32	4,50	5,40	6,11	5,85	5,63	6,10	4,21							76,95	5,13							
						F	35	124	215	293	374	474	559	651	738	825	917	1015	1109	1194	1280							5								
	6	Colocação dos TPI's e chave de aperto na caixa OP25				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	4,16	4,8%					
						ti	4,81	4,61	3,60	3,81	3,76	4,12	4,17	4,51	3,85	3,91	4,31	4,21	4,51	3,87	4,44							62,47	4,16							
						F	40	128	218	297	378	478	563	655	742	829	921	1019	1114	1197	1285							5								
	7	Colocação da caixa num monte OP26				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	4,63	7,8%					
						ti	4,26	6,06	4,41	4,93	4,25	3,87	3,91	4,88	4,59	4,52	4,74	4,11	3,99	5,24	5,79							69,51	4,63							
						F	44	134	223	302	382	482	567	660	746	833	926	1023	1118	1203	1291							5								
	8	Colocação do monte de caixas na paleta OP27				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	1,77	8,1%					
						ti	159	160	194	213	190	161	189	118	186	183	211	192	149	193	153							26,50	1,77							
						F	45	136	225	304	384	483	569	662	748	835	928	1025	1119	1205	1292							5								
	9	Limpeza e inspeção visual OP28				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	42,43	7,0%					
						ti	44,27	47,31	32,17	34,91	52,32	38,67	45,22	4159	39,59	44,70	49,13	46,29	38,55	39,69	42,06							636,45	42,43							
						F	90	183	257	339	436	522	614	703	788	880	977	1072	1158	1244	1334							5								
	10	Colocação dos O' rings na tampa do botão de pressão OP29				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	2,16	4,3%					
						ti	2,10	199	220	198	245	232	231	2,11	2,23	2,24	2,42	2,11	2,02	199	193							32,38	2,16							
						F	92	185	259	341	438	524	617	705	790	882	980	1074	1160	1246	1336							5								
	11					L																														
						ti																														
						F																														
Nº Ident.: AA00000	Estatística		n	$\sum t_z^2$	119562	t_z	91,82	93,44	73,96	81,82	97,47	85,93	92,1	88,68	84,59	92,17	97,66	94,19	85,84	86,64	89,86						1336	$\sum t_i$								
Folha 9 de 18 Folhas			15	\bar{t}_z	89,1	$\sum t_z$	1336	S_z^2	38,9	S_z	6,23	V em %	7,0%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	3,5	(ε%)	3,9%			89,1	$\sum t$									
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,9%		Número de medições adicionais a efectuar =																											

Tabela A 28 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

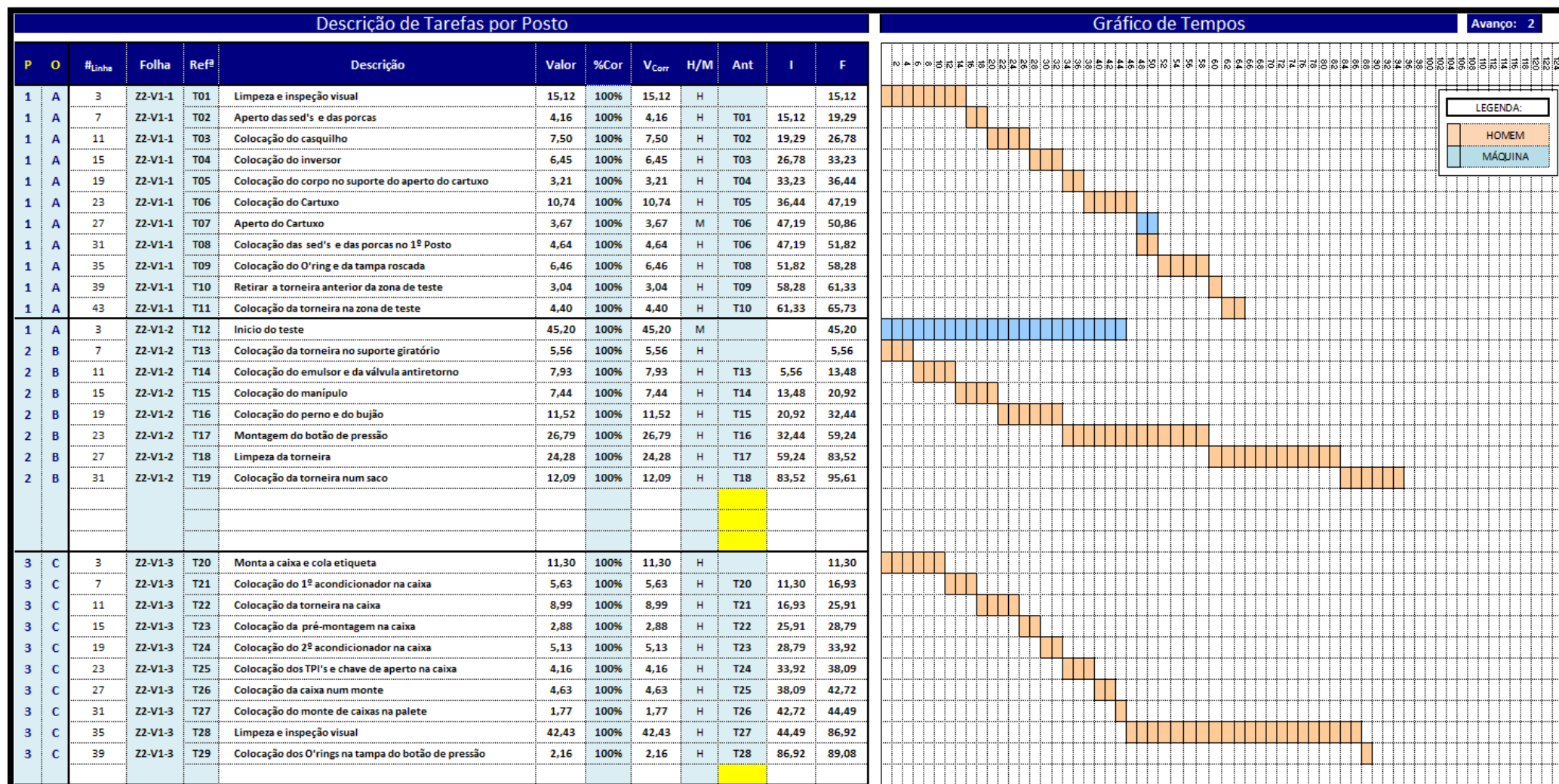
	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
Média	15,1241	4,1626	7,49807	6,44947	3,20873	10,7425	3,67193	4,63807	6,46047	3,04227	4,3998	69,398
$\sum x_i^2$	3531,59	260,68	851,852	637,735	157,679	1747,7	202,433	324,713	631,451	139,484	291,074	72410,8
$\sum x_i$	226,861	62,439	112,471	96,742	48,131	161,138	55,079	69,571	96,907	45,634	65,997	1040,97
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	51465,9	3898,63	12649,7	9359,01	2316,59	25965,5	3033,7	4840,12	9390,97	2082,46	4355,6	1083619
$(\sum x)^2/n$	3431,06	259,909	843,315	623,934	154,44	1731,03	202,246	322,675	626,064	138,831	290,374	72241,2
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	7,18049	0,05507	0,60976	0,98579	0,23142	1,19098	0,01336	0,14555	0,38472	0,04664	0,05005	12,1144
s	2,67964	0,23468	0,78087	0,99287	0,48106	1,09132	0,1156	0,38151	0,62026	0,21596	0,22372	3,48058
V	17,7%	5,6%	10,4%	15,4%	15,0%	10,2%	3,1%	8,2%	9,6%	7,1%	5,1%	5,0%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	1,48394	0,12996	0,43243	0,54983	0,2664	0,60435	0,06402	0,21127	0,34349	0,11959	0,12389
10%	ERRO (%)	9,81%	3,12%	5,77%	8,53%	8,30%	5,63%	1,74%	4,56%	5,32%	3,93%	2,82%
	n' =											

	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	
Média	45,2047	5,29107	7,54773	7,0866	10,9725	25,5182	23,1279	11,5159	136,265
$\sum x_i^2$	30652,1	421,963	859,32	762,857	1821,26	9805,7	8049,2	1993,27	278632
$\sum x_i$	678,071	79,366	113,216	106,299	164,587	382,773	346,919	172,738	2043,97
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	459780	6298,96	12817,9	11299,5	27088,9	146515	120353	29838,4	4177808
$(\sum x)^2/n$	30652	419,931	854,524	753,298	1805,93	9767,68	8023,52	1989,23	278521
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,00775	0,14519	0,34258	0,68276	1,09516	2,71621	1,8342	0,28894	7,94538
s	0,08806	0,38104	0,5853	0,82629	1,0465	1,64809	1,35432	0,53753	2,81876
V	0,19%	7,20%	7,75%	11,66%	9,54%	6,46%	5,86%	4,67%	2,1%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,04876	0,21101	0,32413	0,45759	0,57953	0,91268	0,75	0,29768
10%	ERRO (%)	0,11%	3,99%	4,29%	6,46%	5,28%	3,58%	3,24%	2,58%
	n' =								

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Média	11,2997	5,6258	8,98853	2,87773	5,12967	4,16493	4,6342	1,76677	42,4299	2,1586	89,0758
$\sum x_i^2$	1926,38	479,463	1214,34	126,79	403,816	262,009	328,176	47,7501	27409,4	70,2821	119562
$\sum x_i$	169,496	84,387	134,828	43,166	76,945	62,474	69,513	26,5015	636,448	32,379	1336,14
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	28728,9	7121,17	18178,6	1863,3	5920,53	3903	4832,06	702,33	405066	1048,4	1785263
$(\sum x)^2/n$	1915,26	474,744	1211,91	124,22	394,702	260,2	322,137	46,822	27004,4	69,8933	119018
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,79413	0,33702	0,17392	0,18359	0,65098	0,12922	0,43136	0,06629	28,9276	0,02777	38,8667
s	0,89114	0,58053	0,41704	0,42847	0,80684	0,35947	0,65678	0,25747	5,37844	0,16664	6,23431
V	7,9%	10,3%	4,6%	14,9%	15,7%	8,6%	14,2%	14,6%	12,7%	7,7%	7,0%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,4935	0,32149	0,23095	0,23728	0,44681	0,19907	0,36371	0,14258	2,97848	0,09228
10%	ERRO (%)	4,37%	5,71%	2,57%	8,25%	8,71%	4,78%	7,85%	8,07%	7,02%	4,28%
	n' =										

E												
5%												

Tabela A 29 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Chuveiro Essence

Tabela A 30 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega nas sed's e nas porcas e coloca-as no módulo de aperto	OP1	T01
	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP2	T02
	Pega na casquilho e coloca-o e pausa o corpo na bancada (operação partilhada)	OP3	T03
	Pega no corpo, e pausa-o no módulo de aperto das porcas e das sed's	OP4	T04
	Carrega no pedal e aperta as porcas e as sed's		
	Pega no corpo pausa na bancada e coloca o vedante e o bujão	OP5	T05
	Pega no corpo e coloca-o no suporte do aperto do cartuxo		
	Pega no cartuxo coloca-o no corpo, coloca o disco de aço	OP6	T06
	Pega nos parafusos coloca-os no cartuxo		
	Carrega nos botões e aperta o cartuxo	OP7	T07
	Pega no corpo e coloca um O'ring	OP8	T08
	Pega na tampa coloca-a no corpo e pausa-o na bancada		
	Pega no corpo que está na zona de testes e substitui-o	OP9	T09
	Pausa o corpo que estava no teste na bancada		
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP10	T10
2º OPERADOR	Pega na torneira e coloca-a no suporte giratório	OP11	T11
	Pega na válvula anti-retorno e coloca-a na torneira		
	Pega na alavanca e coloca-a		
	Pega no perno coloca-o e aparafusa-o		
	Pega no bujão e coloca-o		
	Colocação da tampa		
	Pega num pano e efetua a limpeza	OP12	T12
	Pega num saco	OP13	T13
	Coloca a torneira dentro do saco e pausa-a na bancada		
3º OPERADOR	Pega numa nova caixa e monta-a	OP14	T14
	Pega e coloca o 1º acondicionador	OP15	T15
	Pega e coloca a torneira na caixa	OP16	T16
	Pega e coloca a ligação excêntrica		
	Pega e coloca o 2º acondicionador	OP17	T17
	Pega e coloca os TPI's		
	Coloca as mãos sobre a face superior da caixa e fecha-a	OP18	T18
	Coloca a etiqueta na caixa e coloca-a num monte		
	Coloca o monte de caixas na paleta	OP19	T19
	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP20	T20
	Pega na casquilho e coloca-o e pausa o corpo na bancada (operação partilhada)	OP21	T21

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela A 31 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 10 (folha 1 de 2)

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref.ª	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'																	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum t_i/n$	\bar{t}																					
ZZ[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto OP1				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	5,51	8,3%																		
						ti	5,78	4,36	4,40	6,21	5,88	5,41	6,05	5,04	4,40	6,87	5,63	4,59	6,72	5,27	6,07							82,67	5,51																				
						F	6	97	188	283	388	488	584	677	769	860	951	1042	1133	1225	1315							15																					
	2	Limpeza e inspeção visual do corpo cromado OP2				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100	12,26	9,4%																		
						ti	12,01	9,10	12,24	8,40	16,33	16,42	16,51	12,08	11,45	10,78	13,93	10,02	10,48	7,22	7,71	14,21	9,21	8,94	12,47	15,72	245,22	12,26																					
						F	18	106	201	301	404	504	600	689	780	871	965	1052	1144	1232	1323	1415	1430	1445	1462	1484	20																						
	3	Colocação do casquilho OP3				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	100	5,32	5,7%																		
						ti	3,93	5,32	6,59	6,47	6,57	5,49	4,80	4,88	5,72	5,35	3,50	5,24	4,45	5,53	5,53	5,64	6,07	4,92	5,94	4,37	106,31	5,32																					
						F	22	112	207	308	411	510	605	694	786	876	968	1057	1148	1238	1329	1421	1436	1450	1468	1488	20																						
	4	Aperto das sed's e das porcas OP4				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	6,40	5,1%																		
						ti	5,65	6,74	5,15	7,41	6,53	6,36	6,88	6,71	6,26	6,40	5,93	6,10	6,92	5,93	7,11							96,07	6,40																				
						F	27	118	212	315	417	516	612	700	792	883	974	1063	1155	1243	1336							15																					
	5	Colocação do vedante e do bujão OP5				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	9,72	9,9%																		
						ti	8,18	8,74	9,09	12,33	9,10	8,06	7,67	12,45	8,65	8,65	8,66	9,32	12,39	12,18	10,29							115,73	9,72																				
						F	36	127	222	328	426	524	620	713	801	891	983	1072	1167	1256	1346							15																					
	6	Colocação do Cartucho e restantes componentes OP6				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	10,81	3,8%																		
						ti	12,19	10,97	11,33	11,38	11,81	10,89	10,93	10,24	10,04	9,86	10,20	9,84	10,50	10,29	11,72							162,18	10,81																				
						F	48	138	233	339	438	535	631	723	811	901	993	1082	1178	1266	1358							15																					
	7	Aperto do Cartucho OP7				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	6,58	2,5%																		
						ti	6,39	7,21	6,80	6,64	6,80	6,66	6,50	6,45	6,74	6,59	5,94	6,62	6,49	6,79	6,18							98,77	6,58																				
						F	54	145	240	346	445	542	637	729	818	908	999	1089	1184	1273	1364							15																					
	8	Colocação do O'ring e da tampa OP8				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	6,01	8,7%																		
						ti	6,66	7,12	5,42	6,36	7,28	5,65	4,44	5,40	4,74	6,53	7,82	5,30	5,63	6,02	5,73							90,08	6,01																				
						F	61	152	245	352	452	547	642	735	822	914	1007	1094	1190	1279	1370							15																					
	9	Substituição do corpo na zona de teste OP9				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	4,26	8,9%																		
						ti	4,97	4,73	5,21	3,48	4,82	3,87	3,48	3,77	4,57	4,10	3,75	5,54	3,60	3,54	4,45							63,88	4,26																				
						F	66	157	250	356	457	551	645	739	827	918	1010	1100	1194	1282	1374							15																					
	10	Início do teste OP10				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	100	26,50	1,0%																		
						ti	27,14	26,91	26,54	26,35	25,38	26,64	26,45	25,88	26,35	26,65	26,79	26,71	25,85	27,00	26,89							397,54	26,50																				
						F	93	184	277	382	482	578	672	764	853	945	1037	1126	1220	1309	1401							15																					
	11					L																																											
						ti																																											
						F																																											
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	131097	t_z	92,89	91,2	92,76	105	100,5	95,45	93,69	92,9	88,91	91,75	92,14	89,28	93,03	89,75	91,69	19,855	15,27	13,86	18,41	20,1	1488	$\sum t_i$	93,4	$\sum t$																				
																														15	\bar{t}_z	93,4	$\sum t_z$	1401	s_z^2	18,1	s_z	4,25	V em %	4,6%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,4	(ε%)	2,5%	93,4
Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		2,5%		Número de medições adicionais a efectuar =																																									

Tabela A 32 Tempos recolhidos e respectivos fatores de ritmo das operações 1 a 10 (folha 2 de 2)

[illegible]

Tabela A 33 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 11 a 13

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'							
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação da válvula, da alavanca e da tampa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						500	100	34,68	5,4%									
						ti	39,45	31,66	33,47	30,71	36,54	37,82	31,45	30,52	37,49	35,60	38,10	31,58	40,35	31,93	33,50						520,16	34,68											
						F	39	99	56	208	268	325	381	435	495	557	619	673	742	795	847						5												
	2	Limpeza e inspeção visual final				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						500	100	16,22	7,9%									
						ti	19,07	15,35	14,41	16,47	12,86	17,74	15,90	15,55	18,50	16,71	16,12	21,17	15,03	12,05	16,31						243,25	16,22											
						F	59	114	170	224	281	343	397	451	514	574	635	695	757	808	863						5												
	3	Colocação da torneira num saco				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						500	100	7,04	6,5%									
						ti	8,52	8,54	6,81	7,15	6,33	6,52	7,91	7,25	7,45	6,80	7,09	7,14	6,43	5,98	5,72						105,61	7,04											
						F	67	123	177	232	287	349	405	458	521	581	642	702	764	813	869						5												
	4					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	5					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	6					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	7					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	8					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	9					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	10					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	11					L																																	
						ti																																	
						F																																	
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 18 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	50640	t_z	67,05	55,54	54,68	54,32	55,73	62,08	55,26	53,32	63,44	59,1	61,31	59,89	61,82	49,96	55,53						869	$\sum t_i$											
			15	\bar{t}_z	57,9	$\sum t_z$	869	S_z^2	21,0	S_z	4,58	V em %	7,9%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,5	(ε%)	4,4%			57,9													
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		4,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																														

Tabela A 34 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 14 a 21 (folha 1 de 2)

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'				
						mz																														
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Montar a caixa OP 14				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	9,80	6,0%						
						ti	7,40	8,81	10,47	8,04	8,13	9,64	8,63	9,61	10,23	9,12	8,44	9,34	8,04	7,74	10,07						$\frac{133,70}{15}$	8,91								
						F	7	66	126	187	254	321	383	449	511	572	631	697	751	808	864															
	2	Colocação do 1º acondicionador na caixa OP 15				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	5,82	5,5%						
						ti	5,11	6,31	4,82	5,52	4,92	5,20	5,45	5,74	5,63	5,85	4,48	5,89	4,89	4,59	5,00						$\frac{79,37}{15}$	5,29								
						F	13	73	130	193	259	326	389	455	516	578	636	702	756	819	869															
	3	Colocação da torneira e a ligação excêntrica na caixa OP 16				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	8,38	4,3%						
						ti	7,79	7,97	7,95	7,35	7,58	7,60	7,40	7,99	7,91	7,42	9,16	6,93	7,46	7,22	6,55						$\frac{114,27}{15}$	7,62								
						F	20	80	138	200	266	333	396	463	524	585	645	709	764	820	876															
	4	Colocação do 2º acondicionador e os TPI's na caixa OP 17				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	10,12	4,5%						
						ti	9,24	8,22	9,32	9,52	8,72	9,12	10,92	8,27	9,10	9,77	10,25	8,65	9,19	8,25	9,52						$\frac{138,05}{15}$	9,20								
						F	30	89	148	209	275	342	407	471	533	595	655	718	773	828	885															
	5	Fechar a caixa e colar a etiqueta OP 18				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	9,83	5,8%						
						ti	8,54	9,21	9,17	8,13	9,32	8,11	8,49	9,37	9,24	8,59	11,60	7,58	9,59	8,87	8,20						$\frac{134,02}{15}$	8,93								
						F	38	98	167	218	284	351	416	481	543	604	667	726	782	837	893															
	6	Colocação da caixa na palete OP 19				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1650}{15}$	10	3,42	8,7%						
						ti	3,37	2,75	3,33	3,12	3,63	2,34	2,55	3,14	3,16	3,13	2,82	2,39	3,29	4,09	3,39						$\frac{46,68}{15}$	3,11								
						F	41	101	160	221	288	353	418	484	546	607	670	728	786	841	897															
	7	Limpeza e inspeção visual do corpo cromado OP 20				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{2000}{20}$	100	12,26	9,4%						
						ti	12,01	9,10	12,24	18,40	16,33	16,42	16,51	12,08	11,45	10,78	13,93	10,02	10,48	7,22	7,71	14,21	9,21	8,94	12,47	15,72	$\frac{245,22}{20}$	12,26								
						F	53	110	172	239	304	369	435	496	557	618	684	738	796	849	905	924	939	954	972	993	20									
	8	Colocação do casquilho OP 21				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{2000}{20}$	100	5,32	5,7%						
						ti	3,93	5,32	6,59	6,47	6,57	5,49	4,80	4,88	5,72	5,35	3,50	5,24	4,45	5,53	5,53	5,64	6,07	4,92	5,94	4,37	$\frac{106,31}{20}$	5,32								
						F	57	115	179	246	311	375	440	501	563	623	687	743	801	854	910	930	945	959	978	998	20									
	9					L																														
						ti																														
						F																														
	10					L																														
						ti																														
						F																														
	11					L																														
						ti																														
						F																														
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	55456	t_z	57,39	57,69	63,89	66,54	65,39	63,92	64,73	61,07	62,42	60	64,17	56,05	57,37	53,51	55,97	19,855	15,27	13,86	18,41	20,1	998	$\sum t_i$	65,0	$\sum t$							
			15	\bar{t}_z	60,7	$\sum t_z$	910	S_z^2	16,8	S_z	4,10	V em %	6,8%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,3	(ε%)	3,7%	60,6												
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,7%		Número de medições adicionais a efectuar =																									

Tabela A 35 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 14 a 21 (folha 2 de 2)

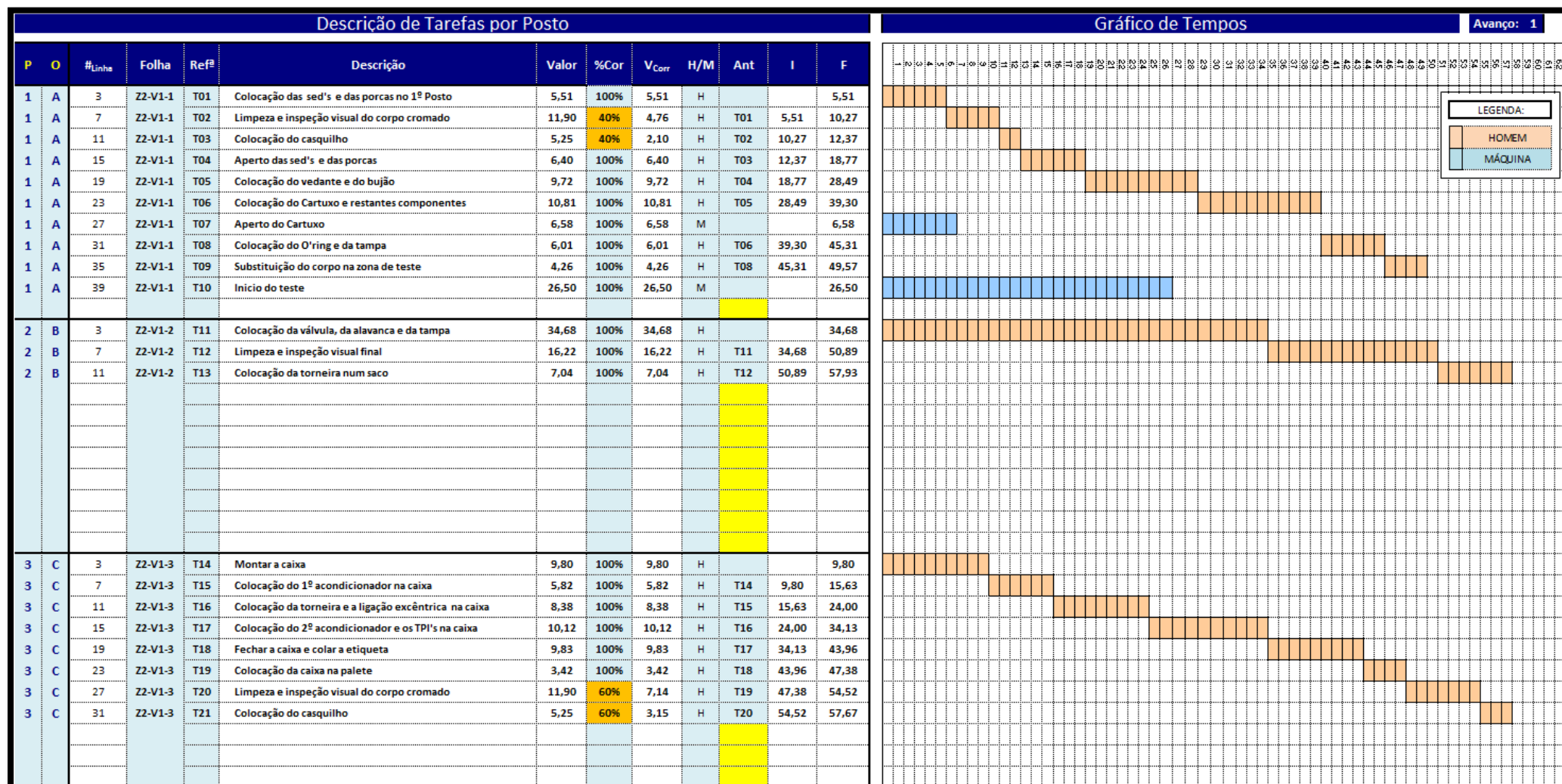
Tabela A 36 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	
Média	5,51113	11,8966	5,24894	6,4048	9,71533	10,8122	6,5846	6,00547	4,2584	26,5024	93,3966
$\sum x_i^2$	465,131	4505,56	844,842	620,262	1458,08	1761,41	651,575	553,564	278,567	10538,9	131097
$\sum x_i$	82,667	356,899	157,468	96,072	145,73	162,183	98,769	90,082	63,876	397,537	1400,95
n=	15	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	6833,83	127377	24796,2	9229,83	21237,2	26303,3	9755,32	8114,77	4080,14	158035	1962660
$(\sum x)^2/n$	455,589	4245,9	826,54	615,322	1415,82	1753,56	650,354	540,984	272,01	10535,7	130844
n-1=	14	29	29	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,03448	0,03448	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s^2	0,68159	8,95379	0,63109	0,3529	3,01873	0,56141	0,0872	0,89851	0,46841	0,23201	18,0905
s	0,82558	2,99229	0,79441	0,59405	1,73745	0,74927	0,2953	0,9479	0,6844	0,48168	4,25329
V	15,0%	25,2%	15,1%	9,3%	17,9%	6,9%	4,5%	15,8%	16,1%	1,8%	4,6%
f=	14	29	29	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,04523	2,04523	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,45719	1,11734	0,29664	0,32897	0,96217	0,41493	0,16353	0,52493	0,37901	0,26674
10%	ERRO (%)	8,30%	9,39%	5,65%	5,14%	9,90%	3,84%	2,48%	8,74%	8,90%	1,01%
	n' =										

	T11	T12	T13	
Média	34,6775	16,2163	7,04067	57,9345
$\sum x_i^2$	18199,3	4019,63	753,141	50640,4
$\sum x_i$	520,163	243,245	105,61	869,018
n=	15	15	15	15
$(\sum x_i)^2$	270570	59168,1	11153,5	755192
$(\sum x)^2/n$	18038	3944,54	743,565	50346,2
n-1=	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s^2	11,5232	5,36363	0,68399	21,0192
s	3,39459	2,31595	0,82704	4,58467
V	9,79%	14,28%	11,75%	7,9%
f=	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	1,87986	1,28253	0,458
10%	ERRO (%)	5,42%	7,91%	6,51%
	n' =			

	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	
Média	8,91313	5,29153	7,61787	9,203	8,9344	3,11187	11,8966	5,24894	60,6741
$\sum x_i^2$	1204,52	423,906	875,287	1278,3	1209,61	148,612	4505,56	844,842	55455,6
$\sum x_i$	133,697	79,373	114,268	138,045	134,016	46,678	356,899	157,468	910,111
n=	15	15	15	15	15	15	30	30	15
$(\sum x_i)^2$	17874,9	6300,07	13057,2	19056,4	17960,3	2178,84	127377	24796,2	828302
$(\sum x)^2/n$	1191,66	420,005	870,478	1270,43	1197,35	145,256	4245,9	826,54	55220,1
n-1=	14	14	14	14	14	14	29	29	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,03448	0,03448	0,07143
s^2	0,91838	0,27863	0,34349	0,5623	0,87533	0,23973	8,95379	0,63109	16,8171
s	0,95832	0,52786	0,58608	0,74987	0,93559	0,48962	2,99229	0,79441	4,10086
V	10,8%	10,0%	7,7%	8,1%	10,5%	15,7%	25,2%	15,1%	6,8%
f=	14	14	14	14	14	14	29	29	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,04523	2,04523	2,14479
E	ERRO	0,5307	0,29232	0,32456	0,41526	0,51811	0,27114	1,11734	0,29664
10%	ERRO (%)	5,95%	5,52%	4,26%	4,51%	5,80%	8,71%	9,39%	5,65%
	n' =								

Tabela A 37 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Lavatório Conceto

Tabela A 38 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP1	T01
	Pega no parafuso e coloca-o no corpo	OP2	T02
	Pega na chave e aperta do Parafuso	OP3	T03
	Pega no casquilho e coloca-o	OP4	T04
	Pega na cavilha coloca-a, aperta-a pouso o corpo no suporte	OP5	T05
	Pega no primeiro componente: Colocação cartuxo e seus componentes	OP6	T06
	Carrega nos botões e aperta do Cartuxo	OP7	T07
	Pega na tampa roscada e num O'ring e coloca-o na tampa roscada	OP8	T08
	Colocar tampa roscada no cartuxo e colocar o corpo no suporte	OP9	T09
	Pega nos tubos	OP10	T10
	Coloca cola e aperta-os ligeiramente de forma manual		
	Aperta os tubos de forma automática		
	Pega na torneira anterior e coloca-a na bancada	OP11	T11
2º OPERADOR	Pega na torneira	OP12	T12
	Coloca-a na zona de testes		
	Carrega nos botões	OP13	T13
	Testa torneira		
	Pega na etiqueta azul e coloca-a no tubo	OP14	T14
	Pega na etiqueta vermelha e coloca-a no tubo		
	Pega no manípulo e coloca-o	OP15	T15
	Pega no martelo de dá duas marretadas		
	Pega no parafuso e coloca-o	OP16	T16
	Aperta o parafuso		
	Pega no bujão e coloca-o	OP17	T17
	Pega na torneira	OP18	T18
	Coloca-a na zona seguinte		
	Pega no anel deslizante e coloca-o	OP19	T19
	Pega na banha e coloca no casquilho	OP20	T20
3º OPERADOR	Pega no mini saco e enrola-o no casquilho	OP21	T21
	Pega no elástico e prende o mini-saco	OP22	T22
	Pega num pano	OP23	T23
	Efetua a limpeza		
	Pega num saco	OP24	T24
	Coloca a torneira dentro do saco e pouso-a na bancada		
	Pega numa caixa	OP25	T25
	Monta a caixa		
	Pega numa etiqueta	OP26	T26
	Cola a etiqueta		
	Pega num tirante e coloca-o dentro da caixa	OP27	T27
	Pega num acondicionador e coloca-o na caixa	OP28	T28
	Pega no contra parafuso e numa pré-montagem e coloca-os na caixa	OP29	T29
	Pega num acondicionador e coloca-o na caixa	OP30	T30
	Pega na torneira e coloca-a na caixa		
3º OPERADOR	Pega nos TPI's e numa caixa coloca-os na caixa	OP31	T31
	Fecha a caixa e coloca-a na paleta	OP32	T32
	Pega no pano e no corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP33	T33

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela A 39 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11

GROHE	Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. #	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	$\frac{L}{t}$	$t = \frac{L}{100 - t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'														
		1	Limpeza e inspeção visual	OP1			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5,97	6,3%													
								ti	5,60	6,70	5,69	5,99	6,20	4,71	5,32	5,90	4,48	5,87	4,58	4,30	6,11	5,47	4,83	4,73	5,95	5,18		97,62	5,42																		
								F	6	69	130	193	254	314	373	438	500	560	621	683	747	809	873	938	976	984		1980																			
		2	Colocação do parafuso	OP2			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5,84	6,5%													
								ti	4,12	5,45	4,53	5,35	6,42	4,86	5,30	4,70	5,25	5,99	5,53	5,95	4,98	4,76	6,35	5,37		84,92	5,31																				
								F	10	74	135	198	261	319	378	443	505	566	627	689	752	814	879	943		1760																					
		3	Aperto do Parafuso	OP3			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5,01	7,5%													
								ti	4,85	4,05	4,22	4,24	4,36	4,24	5,32	5,29	5,19	5,44	3,19	3,94	4,39	4,61	5,45	4,14		72,93	4,56																				
								F	15	78	139	202	265	323	383	448	511	571	630	693	756	818	884	947		1760																					
		4	Colocação do casquilho	OP4			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2,97	8,3%													
ti	2,44							2,86	2,76	2,07	1,98	3,52	2,39	2,71	2,70	3,10	3,06	2,44	3,51	2,96	2,65	2,34	2,50		45,98	2,70																					
F	17							81	142	204	267	327	386	451	513	574	633	696	760	821	887	950	978		17																						
5	Colocação e aperto da cavilha	OP5			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6,28	6,1%															
						ti	5,11	5,33	5,40	5,83	4,97	5,01	6,71	5,31	5,79	5,63	6,99	6,86	5,51	6,17	5,65	5,14		91,39	5,71																						
						F	22	86	147	210	272	332	392	456	519	580	640	702	765	828	893	955		16																							
6	Colocação cartuxo e seus componentes	OP6			L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5,93	8,6%															
						ti	7,78	6,48	5,77	6,06	6,54	5,04	6,21	6,11	4,63	4,64	6,91	4,53	5,44	6,30	6,43		88,88	5,93																							
						F	30	93	153	216	279	337	399	462	524	585	647	707	771	834	899		1500																								
7	Aperto do Cartuxo	OP7			L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8,32	1,0%															
						ti	8,54	8,25	8,37	8,17	8,57	8,45	8,35	8,16	8,46	8,27	8,42	8,10	8,20	8,41	8,11		124,81	8,32																							
						F	38	101	161	224	287	345	407	470	532	593	655	716	779	842	907		15																								
8	Colocação do O'ring na tampa rosca	OP8			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4,17	6,3%															
						ti	3,96	3,86	3,75	3,84	3,09	3,18	3,59	3,64	3,01	4,03	4,19	3,62	4,11	4,62	4,43	3,72		60,64	3,79																						
						F	42	105	165	228	290	349	411	474	535	597	660	719	783	847	912	959		16																							
9	Colocação da tampa rosca e o corpo no suporte	OP9			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5,00	7,1%															
						ti	3,08	5,57	4,84	4,70	4,74	4,66	4,89	4,77	3,66	4,11	4,62	4,51	5,02	4,72	4,35		68,21	4,55																							
						F	45	110	170	233	295	353	415	479	539	601	664	723	788	852	916		15																								
10	Colocação dos tubos	OP10			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12,94	4,6%															
						ti	12,64	10,32	12,64	10,94	10,63	10,48	12,55	13,00	11,12	10,96	11,01	13,37	12,11	12,48	12,68	11,36		188,28	11,77																						
						F	58	121	183	244	306	364	428	492	550	612	675	737	800	864	929	970		16																							
11	Retirar torneira anterior da zona de testes	OP11			L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4,39	4,1%															
						ti	3,71	3,91	3,99	4,31	4,06	3,62	4,11	4,05	4,07	4,65	3,69	4,10	3,55	3,78	4,34		59,92	3,99																							
						F	62	125	187	248	310	367	432	496	554	617	679	741	804	868	933		15																								
Nº Ident.: AA0000 Folha 3 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	58109	t_z	61,84	62,78	61,95	61,5	61,55	57,78	64,73	63,62	58,34	62,68	62,18	61,73	62,92	64,29	65,27	36,795	8,453	5,182		984	$\sum t_i$	66,8	$\sum t$																			
																													15	\bar{t}_z	62,2	$\sum t_z$	933	s_z^2	4,2	s_z	2,05	V em %	3,3%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,1	(ε %)	1,8%
																													Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		1,8%		Número de medições adicionais a efectuar =										

Tabela A 40 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 12 a 22

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \frac{1}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação da torneira na zona de testes OP 12				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	3,42	3,6%	
						ti	3,29	3,17	3,37	3,32	3,50	3,48	3,88	3,44	3,60	3,62	3,71	3,11	3,09	3,35	3,30							5123	3,42			
						F	3	74	144	214	286	356	424	496	564	633	702	775	845	914	982							15				
	2	Início do teste OP 13				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	20,75	0,7%	
						ti	2101	20,35	20,55	20,85	2101	21,15	20,75	20,58	20,62	2100	21,10	20,49	20,74	20,35	20,67							31122	20,75			
						F	24	94	164	235	307	377	444	517	585	654	724	796	865	935	1003							15				
	3	Colocação das etiquetas coloridas OP 14				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1600	100	6,55	4,1%	
						ti	6,25	6,02	6,06	6,46	6,16	6,57	6,31	6,64	6,63	5,72	7,76	7,15	7,10	6,70	6,40	6,86						104,80	6,55			
						F	31	100	170	242	313	384	451	523	592	660	731	803	872	941	1009	1056							15			
	4	Colocação da torneira no suporte e colocação do manípulo OP 15				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	7,30	3,6%	
						ti	6,87	6,85	7,50	7,20	7,14	7,44	7,76	8,00	7,93	6,35	7,54	7,82	6,92	6,81	7,44							109,55	7,30			
						F	37	107	178	249	321	391	458	531	600	667	739	811	879	948	1017							15				
	5	Colocação do parafuso OP 16				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	7,85	4,7%	
						ti	8,05	8,45	8,35	8,01	7,28	7,12	8,84	6,82	6,56	7,88	8,60	7,60	7,90	8,10	8,24							117,79	7,85			
						F	45	115	186	257	328	398	467	538	606	674	747	818	887	956	1025							15				
	6	Colocação do bujão OP 17				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,37	2,9%	
						ti	3,37	3,41	3,43	3,61	3,55	3,57	3,09	3,26	3,15	3,49	3,06	3,27	3,54	3,29	3,47							50,55	3,37			
						F	49	119	190	260	331	402	470	541	609	678	751	821	891	959	1028							15				
	7	Colocação da torneira no posto seguinte OP 18				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	2,84	7,6%	
						ti	2,40	2,65	3,64	3,43	2,75	2,83	2,31	2,15	2,95	2,85	2,77	3,01	3,11	2,88							42,54	2,84				
						F	51	121	193	264	334	405	473	544	611	681	753	824	894	963	1031							15				
	8	Colocação do anel deslizante OP 19				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,72	6,4%	
						ti	4,17	3,67	4,15	4,62	3,37	3,60	3,09	3,29	3,85	4,21	3,55	3,21	3,65	3,47	3,96							55,85	3,72			
						F	55	125	197	268	337	408	476	547	615	685	757	827	897	966	1035							15				
	9	Colocação da banha OP 20				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,55	6,8%	
						ti	4,00	4,33	2,75	3,22	3,86	3,00	3,52	3,82	4,01	3,15	3,82	3,62	3,21	3,51	3,40							53,22	3,55			
						F	59	129	200	272	341	411	480	551	619	688	761	831	901	970	1038							15				
	10	Colocação do mini saco OP 21				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	3,87	5,6%	
						ti	4,01	4,36	3,59	4,63	3,48	3,26	4,23	3,91	4,10	3,75	4,10	3,85	3,50	3,30	3,98							58,07	3,87			
						F	63	134	204	276	345	414	484	555	623	692	765	835	904	973	1042							15				
	11	Colocação do elástico OP 22				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						1500	100	6,78	6,3%	
						ti	6,95	6,66	7,33	6,39	7,63	5,25	8,52	6,22	6,42	6,82	7,11	6,66	6,71	5,81	7,15							10163	6,78			
						F	70	140	211	283	352	420	493	561	630	699	772	841	911	979	1050							15				
Folha 6 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	73483	t_z	70,36	69,91	70,71	71,74	69,73	67,27	72,81	68,29	69,01	68,93	73,2	69,54	69,38	67,82	70,89	6,856						1056	$\sum t_i$	70,0	$\sum t$		
			15	\bar{t}_z		70,0	$\sum t_z$	1050	S_z^2	2,9	S_z	1,70	V em %	2,4%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	0,9	(ε%)	1,3%	70,0							
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤			5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		1,3%		Número de medições adicionais a efectuar =																				

Tabela A 41 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 23 a 33

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. ^a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \frac{1}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'	
	1	Limpeza da torneira					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	18,72	4,0%		
						ti	17,76	18,50	20,40	17,50	17,97	18,02	20,61	18,35	21,21	19,46	18,54	19,13	17,25	18,55	19,51							280,74	18,72				
						F	8	85	53	217	279	345	409	471	539	605	671	736	799	865	932							5					
	2	Colocação da torneira num saco					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1500	100	4,03	6,7%	
						ti	5,07	4,47	3,91	3,77	4,70	3,93	3,04	3,43	4,20	3,88	3,88	3,95	4,25	4,13	3,87							60,47	4,03				
						F	23	90	57	221	283	348	412	475	544	608	675	739	803	869	936							5					
	3	Monta a caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	7,10	3,7%	
					ti	6,77	6,14	5,85	6,50	7,28	6,52	6,98	5,84	6,51	6,87	6,32	5,98	6,36	6,85	6,10							96,87	6,46					
					F	30	96	63	228	291	355	419	480	550	615	681	745	809	876	942							5						
4	Cola a etiqueta na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	4,47	6,1%		
					ti	4,29	4,41	4,41	3,30	3,40	4,21	3,15	4,68	4,16	4,14	4,33	3,99	3,88	4,17	4,40							60,90	4,06					
					F	34	100	67	231	294	359	422	485	554	619	685	749	813	881	946							5						
5	Colocação do tirante na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	2,93	6,8%		
					ti	2,52	2,33	2,78	2,41	3,20	2,56	2,81	3,48	2,50	2,52	2,71	2,37	2,85	2,54	2,36							39,94	2,66					
					F	36	103	70	233	297	362	425	489	557	622	688	752	816	883	949							5						
6	Colocação do acondicionador na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	6,05	6,9%		
					ti	5,84	4,36	5,54	4,13	5,77	5,45	7,03	5,71	5,46	5,24	4,97	6,09	5,65	5,71	5,55							82,48	5,50					
					F	42	107	76	237	303	367	432	494	562	627	693	758	822	889	954							5						
7	Colocação do contra parafuso e uma pré-montagem na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	3,18	6,3%		
					ti	2,89	3,36	2,45	3,22	2,95	2,54	2,97	2,46	2,69	2,66	3,35	3,19	2,99	2,46	3,20							43,37	2,89					
					F	45	110	78	241	306	370	435	497	565	630	696	761	824	891	957							5						
8	Coloca acondicionador e torneira na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	6,15	6,9%		
					ti	7,12	5,50	5,71	5,13	4,42	4,87	5,77	6,04	4,99	5,69	4,62	5,90	6,21	5,87	6,03							83,87	5,59					
					F	52	116	84	246	310	375	440	503	570	636	701	767	831	897	963							5						
9	Colocação dos TPI's e caixa pré montada dentro na caixa					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	4,76	5,2%		
					ti	4,81	5,04	4,59	4,48	4,16	3,54	3,90	3,88	3,99	4,36	4,40	4,64	4,14	4,71	4,35							64,97	4,33					
					F	57	121	88	250	315	378	444	507	574	640	705	772	835	902	968							5						
10	Fecha a caixa e coloca-a na paleta					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1650	110	6,08	7,1%		
					ti	4,09	5,30	5,58	4,54	5,76	5,28	5,05	5,65	6,69	6,54	6,45	5,32	5,88	5,03	5,76							82,91	5,53					
					F	61	126	94	255	320	383	449	512	581	646	712	777	841	907	973							5						
11	Limpeza e inspeção visual					L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110							1980	110	5,97	6,3%		
					ti	5,60	6,70	5,69	5,99	6,20	4,71	5,32	5,90	4,48	5,87	4,58	4,30	6,11	5,47	4,83							97,62	5,42					
					F	67	133	200	261	327	388	455	518	585	652	716	781	847	912	978	983	989	994				5						
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 17 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	63852	t_z	66,75	66,11	66,89	60,97	65,81	61,62	66,63	63,41	66,88	67,22	64,15	64,85	65,55	65,48	65,97	4,733	5,952	5,182			994	$\sum t_i$	69,4	$\sum t$			
				\bar{t}_z	65,2				$\sum t_z$	978	S_z^2	3,7	S_z	1,92	V em %	2,9%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,1	(ε%)	1,6%	65,2						
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤			5%	Erro amostral Obtido (ε%) =				1,6%	Número de medições adicionais a efectuar =																							

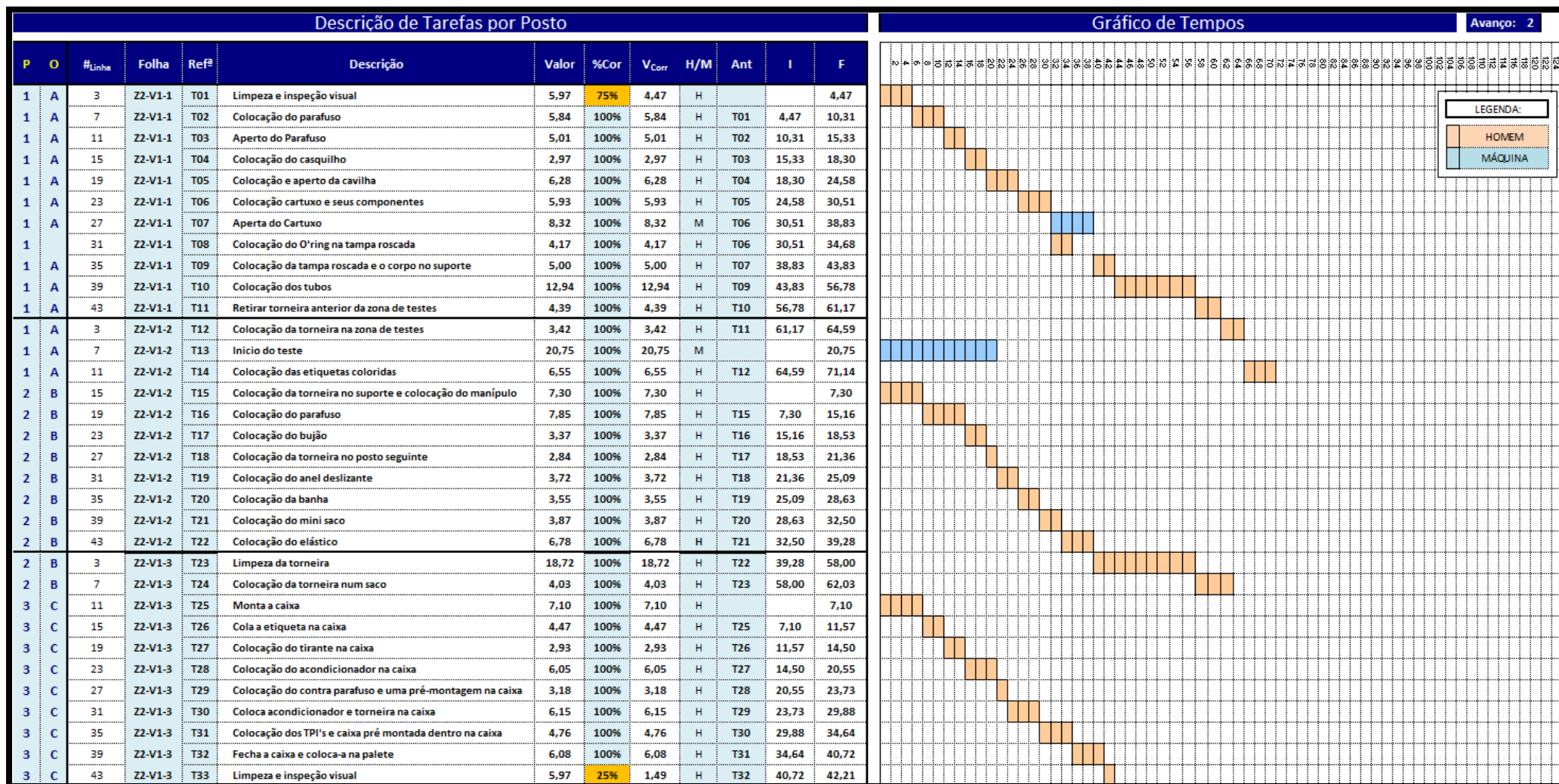
Tabela A 42 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
Média	5,42317	5,30756	4,55788	2,70453	5,71181	5,9254	8,32033	3,78988	4,5476	11,7675	3,99467	62,2092
Σx_i^2	537,492	456,99	338,614	127,379	528,373	538,604	1038,75	232,85	315,01	2230,8	240,61	58108,8
Σx_i	97,617	84,921	72,926	45,977	91,389	88,881	124,805	60,638	68,214	188,28	59,92	933,138
n=	18	16	16	17	16	15	15	16	15	16	15	15
$(\Sigma x_i)^2/n$	9529,08	7211,58	5318,2	2113,88	8351,95	7899,83	15576,3	3676,97	4653,15	35449,4	3590,41	870747
$(\Sigma x)^2/n$	529,393	450,724	332,388	124,346	521,997	526,655	1038,42	229,81	310,21	2215,58	239,36	58049,8
n-1=	17	15	15	16	15	14	14	15	14	15	14	14
1/(n-1)	0,05882	0,06667	0,06667	0,0625	0,06667	0,07143	0,07143	0,06667	0,07143	0,06667	0,07143	0,07143
s ²	0,47642	0,41773	0,41512	0,18953	0,42509	0,8535	0,02365	0,20265	0,34285	1,01403	0,08924	4,21438
s	0,69023	0,64632	0,6443	0,43535	0,65199	0,92385	0,1538	0,45017	0,58553	1,00699	0,29874	2,0529
V	12,7%	12,2%	14,1%	16,1%	11,4%	15,6%	1,8%	11,9%	12,9%	8,6%	7,5%	3,3%
f=	17	15	15	16	15	14	14	15	14	15	14	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,10982	2,13145	2,13145	2,11991	2,13145	2,14479	2,14479	2,13145	2,14479	2,13145	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,34324	0,3444	0,34332	0,22384	0,34742	0,51161	0,08517	0,23988	0,32426	0,53659	1,13686
10%	ERRO (%)	6,33%	6,49%	7,53%	8,28%	6,08%	8,63%	1,02%	6,33%	7,13%	4,56%	1,83%
	n' =											

	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	
Média	3,4156	20,7477	6,54988	7,30353	7,8528	3,37013	2,836	3,72313	3,54773	3,8712	6,77513	69,9725
Σx_i^2	175,687	6458	690,228	803,335	931,089	170,805	122,744	210,512	191,42	226,966	696,78	73482,8
Σx_i	51,234	311,216	104,798	109,553	117,792	50,552	42,54	55,847	53,216	58,068	101,627	1049,59
n=	15	15	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2/n$	2624,92	96855,4	10982,6	12001,9	13875	2555,5	1809,65	3118,89	2831,94	3371,89	10328	1101633
$(\Sigma x)^2/n$	174,995	6457,03	686,414	800,124	924,997	170,367	120,643	207,926	188,796	224,793	688,536	73442,2
n-1=	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,06667	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,04942	0,06985	0,25429	0,22933	0,43511	0,03128	0,15006	0,1847	0,18741	0,15525	0,58884	2,89973
s	0,22231	0,26429	0,50427	0,47888	0,65963	0,17687	0,38738	0,42976	0,4329	0,39401	0,76736	1,70286
V	6,5%	1,3%	7,7%	6,6%	8,4%	5,2%	13,7%	11,5%	12,2%	10,2%	11,3%	2,4%
f=	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,13145	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,12311	0,14636	0,26871	0,2652	0,36529	0,09795	0,21452	0,238	0,23973	0,2182	0,94301
10%	ERRO (%)	3,60%	0,71%	4,10%	3,63%	4,65%	2,91%	7,56%	6,39%	6,76%	5,64%	1,35%
	n' =											

	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	
Média	18,7159	4,0314	6,45813	4,05967	2,66267	5,4988	2,89127	5,5914	4,33153	5,5274	5,42317	65,2181
Σx_i^2	5279,58	247,099	628,233	249,997	107,822	460,082	126,924	475,722	283,711	465,409	537,492	63852,4
Σx_i	280,738	60,471	96,872	60,895	39,94	82,482	43,369	83,871	64,973	82,911	97,617	978,272
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	18	15
$(\Sigma x_i)^2/n$	78813,8	3656,74	9384,18	3708,2	1595,2	6803,28	1880,87	7034,34	4221,49	6874,23	9529,08	957016
$(\Sigma x)^2/n$	5254,25	243,783	625,612	247,213	106,347	453,552	125,391	468,956	281,433	458,282	529,393	63801,1
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	17	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,05882	0,07143
s ²	1,80866	0,23684	0,18717	0,19883	0,10537	0,46643	0,10944	0,48323	0,16275	0,50905	0,47642	3,66837
s	1,34486	0,48666	0,43263	0,4459	0,32461	0,68296	0,33082	0,69515	0,40342	0,71348	0,69023	1,9153
V	7,2%	12,1%	6,7%	11,0%	12,2%	12,4%	11,4%	12,4%	9,3%	12,9%	12,7%	2,9%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	17	14
1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,10982	2,14479
E	ERRO	0,74476	0,26951	0,23958	0,24693	0,17976	0,37821	0,1832	0,38496	0,22341	0,39511	1,06066
10%	ERRO (%)	3,98%	6,69%	3,71%	6,08%	6,75%	6,88%	6,34%	6,88%	5,16%	7,15%	1,63%
	n' =											

Tabela A 43 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Lavatório Style / Smart / Essence

Tabela A 44 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP1	T01
	Pega na cavilha coloca-a, aperta-a (operação partilhada)	OP2	T02
	Pega nos tubos (operação partilhada)	OP3	T03
	Coloca cola e aperta-os ligeiramente de forma manual		
	Pega no corpo e no corpo envolvente do cartuxo e coloca-o dentro do corpo	OP4	T04
	Pousa o corpo na máquina de aperto do cartuxo		
	Pega no cartuxo e na anilha e cola-os no corpo	OP5	T05
	Máquina aperta o cartuxo	OP6	T06
	Pega no emulsor, coloca-o e aperta de forma manual ligeiramente	OP7	T07
	Pega na tampa rosca e num O'ring e coloca-o na tampa roscada		
	Pega na torneira (operação partilhada)	OP8	T08
	Retira a torneira anterior da zona de testes, pousa-a na bancada e coloca a nova		
	Coloca O'rings na base do 1º posto	OP9	T09
2º OPERADOR	Pega na torneira (operação partilhada)	OP10	T10
	Retira a torneira anterior da zona de testes, pousa-a na bancada e coloca a nova		
	Carrega nos botões	OP11	T11
	Testa a torneira		
	Pega no manípulo e coloca-o	OP12	T12
	Pega no martelo de dá duas marretadas		
	Pega no parafuso e coloca-o	OP13	T13
	Aperta o parafuso		
	Pega no bujão e coloca-o	OP14	T14
	Pega num pano	OP15	T15
	Efetua a limpeza		
	Pega num saco com bolhas	OP16	T16
	Coloca a torneira dentro do saco e pousa-a na bancada		
	Pega na torneira anterior que estava no teste e coloca-a no suporte seguinte	OP17	T17
3º OPERADOR	Pega numa caixa	OP18	T18
	Monta a caixa		
	Pega no contra parafuso e nos TPI's e coloca-os na caixa	OP19	T19
	Pega na torneira e coloca-a dentro da caixa	OP20	T20
	Fecha a caixa	OP21	T21
	Cola a etiqueta		
	Coloca a caixa num monte		
	Pega no monte de caixas e coloca-as na paleta	OP22	T22
	Pega corpo e faz uma Limpeza e inspeção visual (operação partilhada)	OP23	T23
	Pega na cavilha coloca-a, aperta-a (operação partilhada)	OP24	T24
	Pega nos tubos (operação partilhada)	OP25	T25
	Coloca cola e aperta-os ligeiramente de forma manual		

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 45 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 9

Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Limpeza e inspeção visual	OP 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
---	---	---------------------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabela A 46 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 10 a 17

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} - \bar{L}_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'			
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Retirar a torneira anterior do teste para a bancada e colocar torneira nova no topo da OP 10				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1600 16	100	7,60		8,5%				
						ti	7,47	7,51	6,33	6,11	6,48	7,61	7,84	6,73	6,52	8,78	7,44	8,32	10,74	9,09	6,79	7,91					12166 16	7,60							
						F	7	66	26	188	249	309	371	433	489	548	607	672	737	796	855	918													
	2	Início do teste				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1500 15	100	20,73		0,7%				
						ti	20,46	21,01	20,35	20,55	20,85	21,01	21,15	20,75	20,58	20,62	21,00	21,10	20,49	20,74	20,35					31100 15	20,73								
						F	28	87	146	209	270	330	392	454	510	569	628	694	757	817	875														
	3	Colocação do manipulô				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1500 15	100	4,17		9,8%				
						ti	3,90	4,43	5,55	5,42	4,47	4,92	4,75	3,39	3,32	3,82	3,68	3,60	3,61	3,33	4,42					62,62 15	4,17								
						F	32	91	152	214	274	335	397	457	513	572	632	697	761	820	880														
	4	Colocação do parafuso				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				1700 17	100	5,77		5,5%				
						ti	5,19	6,87	6,85	5,42	5,93	5,50	6,43	5,05	5,02	5,09	5,71	6,14	6,21	6,29	5,63	5,04	5,66				98,04 17	5,77							
						F	37	98	159	219	280	340	403	462	518	577	638	703	767	827	885	923	951												
5	Colocação do bujão				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			1800 18	100	3,84		8,3%					
					ti	4,50	4,82	4,64	4,15	3,40	3,65	3,53	3,10	3,44	4,73	4,51	3,12	3,55	2,72	4,09	4,17	3,83	3,11			69,06 18	3,84								
					F	42	103	163	224	284	344	407	465	522	582	642	706	771	829	889	927	955	978												
6	Limpeza da torneira				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		1900 19	100	12,90		5,8%					
					ti	11,59	11,23	12,40	11,67	12,63	14,41	13,11	11,05	11,45	11,82	14,31	13,36	10,32	12,39	14,18	13,79	15,94	14,98	14,46		245,09 19	12,90								
					F	53	114	176	235	296	358	420	476	533	594	657	720	781	842	903	941	971	993	1007											
7	Colocação da torneira num saco com bolhas				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		1700 17	100	4,10		8,6%						
					ti	3,24	3,11	3,99	5,11	3,06	3,25	4,42	3,98	4,12	4,02	5,66	4,42	4,32	4,42	4,33	4,39	3,91			69,75 17	4,10									
					F	56	117	180	240	299	361	424	480	537	598	662	724	785	846	908	945	975													
8	Colocação da torneira no suporte				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			1500 15	100	1,99		6,5%						
					ti	2,11	2,31	2,09	2,05	1,81	1,83	1,73	2,62	1,82	1,87	1,97	1,82	1,83	1,91	2,10					29,88 15	1,99									
					F	58	120	182	242	301	363	426	483	539	600	664	726	787	848	910															
9					L																														
					ti																														
					F																														
10					L																														
					ti																														
					F																														
11					L																														
					ti																														
					F																														
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 18 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	55264	t_z	58,46	61,3	62,2	60,47	58,62	62,18	62,97	56,66	56,28	60,74	64,29	61,88	61,07	60,88	61,89	35,308	29,34	18,08	14,46	1007	$\sum t_i$	61,1	$\sum t$						
			15	\bar{t}_z	60,7	$\sum t_z$	910	S_z^2	5,1	S_z	2,25	V em %	3,7%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,2	(ε%)	2,1%	61,1											
	Erro amostral tolerado (ε%) ≤				5%		Erro amostral Obtido (ε%) =				2,1%		Número de medições adicionais a efectuar =																						

Tabela A 47 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 18 a 25

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	Nº							
ZZ[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Monta a caixa					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	7,22	6,1%									
	2	Colocação do contra parafuso e TPI's na caixa					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	5,46	6,7%									
	3	Colocação da torneira na caixa					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	5,50	7,0%									
	4	Fecha a caixa, cola a etiqueta e coloca-a num monte					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	11,56	2,0%									
	5	Pega no monte de caixas e coloca-o na paleta					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	2,00	5,7%									
	6	Limpeza e inspeção visual					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		$\frac{500}{15}$	100	7,36	9,8%									
	7	Colocação e aperto da cavilha					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		$\frac{500}{15}$	100	4,16	8,8%										
	8	Colocação dos tubos					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		$\frac{700}{17}$	100	5,39	7,5%										
	9																																						
	10																																						
	11																																						
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$ 34955		t_z	48,56	46,83	48,64	44,52	49,03	46,06	47,77	50,24	49,95	49,72	47,78	46,55	51,22	48,84	47,95	20,505	19,24	11,74		775	$\sum t_i$	48,7	$\sum t$											
			\bar{t}_z 48,2			$\sum t_z$ 724		s_z^2 3,1		s_z 1,76		V em %		3,6%		(δ) = 95%		(α) = 5%		$t_{(a/2;n-1)}$ 2,14		(ε) 1,0		(ε%) 2,0%															
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤			5%		Erro amostral Obtido (ε%) =																					2,0%		Número de medições adicionais a efectuar =								

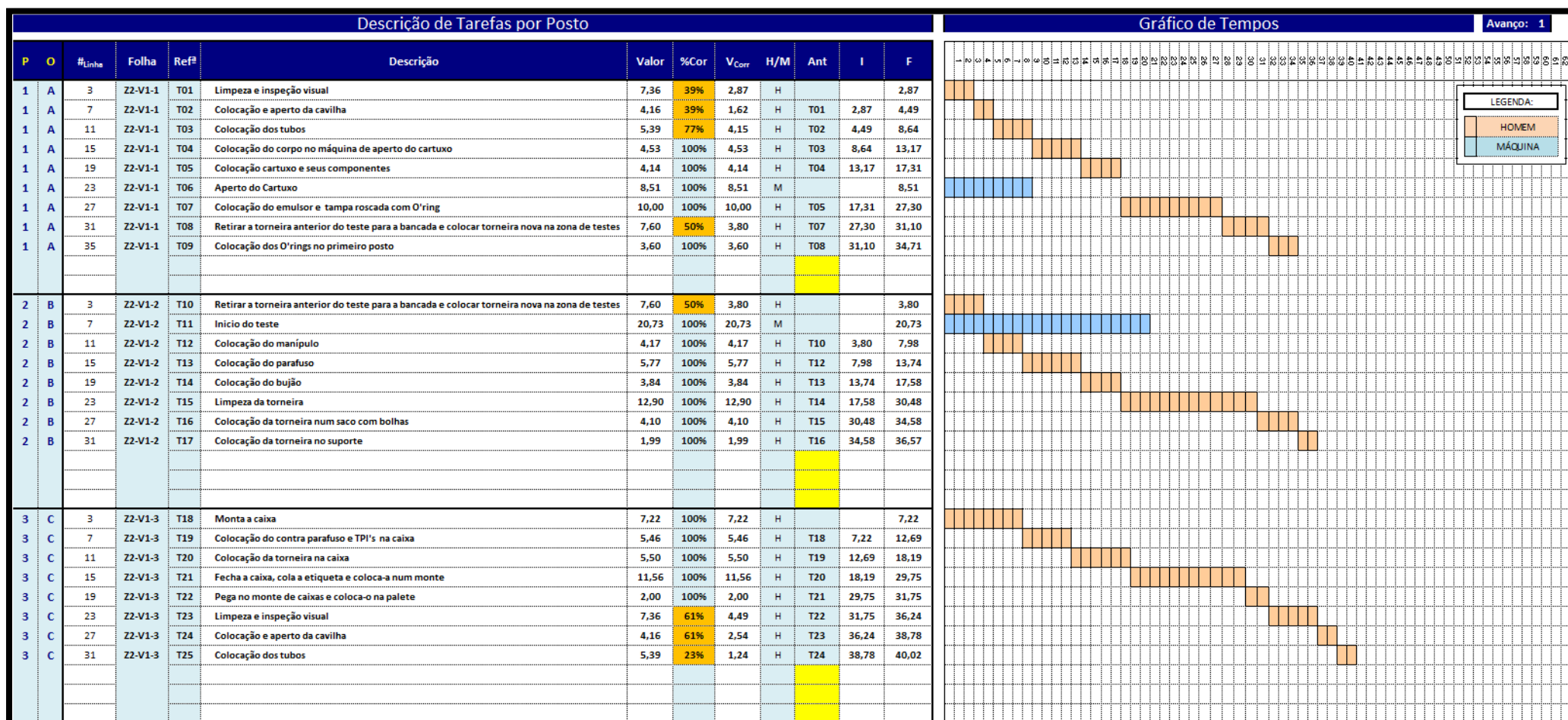
Tabela A 48 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	
	Média	7,35578	4,1605	5,387	4,52967	4,13653	8,5076	9,99627	7,60388	3,60347	54,8491
	Σx_i^2	1009,3	320,689	503,154	316,789	261,34	1086,34	1507,98	946,992	197,126	45239
	Σx_i	132,404	74,889	91,579	67,945	62,048	127,614	149,944	121,662	54,052	822,737
	n=	18	18	17	15	15	15	15	16	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	17530,8	5608,36	8386,71	4616,52	3849,95	16285,3	22483,2	14801,6	2921,62	676896
	$(\Sigma x)^2/n$	973,934	311,576	493,336	307,768	256,664	1085,69	1498,88	925,103	194,775	45126,4
	n-1=	17	17	16	14	14	14	14	15	14	14
	1/(n-1)	0,05882	0,05882	0,0625	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,06667	0,07143	0,07143
	s ²	2,08016	0,5361	0,6136	0,64436	0,33403	0,0468	0,65021	1,45926	0,16793	8,04002
	s	1,44228	0,73219	0,78333	0,80272	0,57795	0,21633	0,80636	1,208	0,40979	2,83549
	V	19,6%	17,6%	14,5%	17,7%	14,0%	2,5%	8,1%	15,9%	11,4%	5,2%
	f=	17	17	16	14	14	14	14	15	14	14
	1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,10982	2,10982	2,11991	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,13145	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,71723	0,36411	0,40275	0,44453	0,32006	0,1198	0,44655	0,6437	0,22694	1,57024
10%	ERRO (%)	9,75%	8,75%	7,48%	9,81%	7,74%	1,41%	4,47%	8,47%	6,30%	2,86%
	n' =										

		T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	
	Média	7,60388	20,7332	4,17433	5,76682	3,8364	12,8994	4,10276	1,99172	60,6592
	Σx_i^2	946,992	6449,04	269,047	571,421	271,898	3204,36	293,678	60,2773	55264,2
	Σx_i	121,662	310,998	62,615	98,0359	69,0552	245,088	69,747	29,8758	909,889
	n=	16	15	15	17	18	19	17	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	14801,6	96719,8	3920,64	9611,04	4768,62	60068,1	4864,64	892,563	827897
	$(\Sigma x)^2/n$	925,103	6447,98	261,376	565,355	264,923	3161,48	286,156	59,5042	55193,2
	n-1=	15	14	14	16	17	18	16	14	14
	1/(n-1)	0,06667	0,07143	0,07143	0,0625	0,05882	0,05556	0,0625	0,07143	0,07143
	s ²	1,45922	0,07531	0,54795	0,37913	0,41025	2,38202	0,47013	0,05522	5,07334
	s	1,208	0,27443	0,74024	0,61574	0,64051	1,54338	0,68566	0,23499	2,25241
	V	15,9%	1,3%	17,7%	10,7%	16,7%	12,0%	16,7%	11,8%	3,7%
	f=	15	14	14	16	17	18	16	14	14
	1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,13145	2,14479	2,14479	2,11991	2,10982	2,10092	2,11991	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,6437	0,15198	0,40993	0,31658	0,31852	0,74389	0,35253	0,13013	1,24734
10%	ERRO (%)	8,47%	0,73%	9,82%	5,49%	8,30%	5,77%	8,59%	6,53%	2,06%
	n' =									

		T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	
	Média	7,22327	5,46293	5,50353	11,5591	2,00226	7,35578	4,1605	5,387	48,2434
	Σx_i^2	791,379	453,705	461,11	2006,72	60,7378	1009,3	320,689	503,154	34954,5
	Σx_i	108,349	81,944	82,553	173,387	30,0339	132,404	74,889	91,579	723,651
	n=	15	15	15	15	15	18	18	17	15
	$(\Sigma x_i)^2$	11739,5	6714,82	6815	30063,1	902,032	17530,8	5608,36	8386,71	523671
	$(\Sigma x)^2/n$	782,634	447,655	454,333	2004,2	60,1355	973,934	311,576	493,336	34911,4
	n-1=	14	14	14	14	14	17	17	16	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,05882	0,05882	0,0625	0,07143
	s ²	0,62468	0,43216	0,48406	0,17971	0,04303	2,08016	0,5361	0,6136	3,08416
	s	0,79037	0,65739	0,69574	0,42392	0,20742	1,44228	0,73219	0,78333	1,75618
	V	10,9%	12,0%	12,6%	3,7%	10,4%	19,6%	17,6%	14,5%	3,6%
	f=	14	14	14	14	14	17	17	16	14
	1-α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,10982	2,10982	2,11991	2,14479
E	ERRO	0,43769	0,36405	0,38529	0,23476	0,11487	0,71723	0,36411	0,40275	0,97254
10%	ERRO (%)	6,06%	6,66%	7,00%	2,03%	5,74%	9,75%	8,75%	7,48%	2,02%
	n' =									

Tabela A 49 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Cozinha baixa Start

Tabela A 50 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo, controla visualmente e pausa-o	OP1	T01
	Pega na curva, controla visualmente	OP2	T02
	Pega no anel de cobre e coloca na curva		
	Pega no corpo e encaixa a curva no corpo		
	Retira o corpo anterior da máquina do aperto da curva e coloca o novo na máquina		
	Carrega nos botões e espera até a máquina fechar totalmente		
	Acabe de fechar o teste inicia	OP3	T03
	Pega no corpo e coloca no módulo	OP4	T04
	Pega na cavilha coloca e aperta		
	Pega no primeiro tubo põe colca na ponta aperta ligeiramente de forma manual	OP5	T05
	Pega no segundo tubo põe colca na ponta aperta ligeiramente de forma manual		
	Pega no corpo e coloca na máquina de aperto dos tubos	OP6	T06
	Carrega nos botões e inicia o aperto		
	Pega no corpo e coloca na máquina do aperto do cartuxo (operação partilhada)	OP7	T07
2º OPERADOR	Pega no corpo e coloca na máquina do aperto do cartuxo (operação partilhada)	OP8	T08
	Pega no cartuxo coloca-o, pega no disco de aço coloca e pega nos parafusos e coloca-	OP9	T09
	Carrega no botão e inicia o aperto do cartuxo	OP10	T10
	Pega na torneira e coloca-a na zona de testes	OP11	T11
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP12	T12
	Pega na torneira e coloca-a no posto seguinte	OP13	T13
	Pega no O'ring e coloca-o	OP14	T14
	Pega na tampa rosca e coloca-a	OP15	T15
	Pega na alavanca e no martelo	OP16	T16
	Coloca a alavanca e dá duas marteladas		
	Vira o módulo giratório		
	Pega no perno coloca-o e aperta-o	OP17	T17
	Pega no tampão e coloca-o		
	Vira o módulo giratório		
	Pega na torneira e coloca-a no suporte da limpeza		
	Pega no pano, efetua a limpeza e inspeção á final da torneira (operação partilhada)	OP18	T18
3º OPERADOR	Pega no pano, efetua a limpeza e inspeção á final da torneira (operação partilhada)	OP19	T19
	Pega num saco e coloca a torneira no saco e pausa na bancada	OP20	T20
	Pega na torneira e coloca-a na caixa	OP21	T21
	Pega nos TPI's e na pré montagem e coloca-os na caixa	OP22	T22
	Inicia o fecho da caixa	OP23	T23
	Pega na caixa e coloca-a num monte	OP24	T24
	Pega no monte de caixas e coloca-as na palete	OP25	T25
	Pega numa nova caixa	OP26	T26
	Cola a etiqueta e monta a caixa		
	Pega num acondicionador e no set contraparafuso e coloca-os na caixa	OP27	T27

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela A 51 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 8

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. #	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100 - t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'							
ZZ[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação do fixador dos tubos no corpo OP 1				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	5,20	7,1%									
						ti	4,50	3,60	5,08	4,75	3,89	4,80	5,68	4,08	4,61	4,15	5,39	3,95	5,71	4,22	5,04	4,46	5,67	5,50			85,08	4,73											
						F	4	52	99	144	190	236	284	330	382	422	464	507	554	597	641	689	735	781			18												
	2	Montagem dos tubos OP 2				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	4,82	9,2%									
						ti	5,07	5,56	5,60	4,31	4,11	4,00	4,14	6,16	3,11	3,45	3,80	3,65	4,12	3,85	4,60	4,07	5,14	4,21			78,95	4,39											
						F	0	57	104	149	194	240	288	337	385	425	468	511	558	601	646	693	740	785			18												
	3	Colocação do cavilha no corpo e colocação do corpo no posto seguinte OP 3				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	7,21	3,2%									
						ti	6,68	6,16	7,50	6,85	6,68	6,48	6,11	6,26	6,45	6,95	6,70	6,53	5,91	5,99	7,33	6,45	6,57	6,41			18,01	6,56											
						F	16	63	112	155	201	247	294	343	392	432	474	517	564	607	653	700	747	792			18												
	4	Colocação de um anel deslizante e de um vedante OP 4				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	8,50	8,9%								
						ti	8,78	6,15	6,46	8,53	8,35	8,62	10,27	10,36	7,46	5,42	6,87	7,66	7,03	7,19	9,48	6,63	6,90	7,01			139,17	7,73											
						F	25	70	118	164	209	255	305	353	399	438	481	525	571	614	663	706	754	799			18												
	5	Colocação do último O'ring e colocação do corpo no posto seguinte OP 5				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	5,37	8,6%								
						ti	4,45	7,75	4,70	4,57	4,73	5,40	4,40	5,11	4,65	4,25	5,53	5,75	4,24	4,17	4,55	4,40	4,41	4,91			87,95	4,89											
						F	29	77	123	169	214	261	309	358	404	442	487	531	575	618	667	711	758	804			18												
	6	Colocação da bica OP 6				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	5,74	4,3%								
						ti	5,41	4,30	4,70	5,09	5,46	5,33	5,58	5,88	4,28	5,31	5,04	5,29	5,51	5,61	5,29	5,78	5,11	4,92			93,90	5,22											
						F	35	82	128	174	219	266	315	364	408	447	492	536	580	623	673	716	763	809			18												
	7	Colocação da Tampa rosçada para prender o cartucho e colocação do cartucho OP 7				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	6,09	4,0%								
						ti	5,89	5,56	5,43	5,57	5,32	5,21	5,20	5,56	4,44	5,18	6,20	5,07	6,31	5,96	5,54	5,82	5,93	5,46			99,64	5,54											
						F	41	87	133	179	224	271	320	370	412	452	498	541	587	629	678	722	769	814			18												
	8	Montagem da bica OP 8				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			980	10	7,20	4,7%								
						ti	7,38	6,49	6,32	6,78	6,97	7,04	6,89	7,56	5,40	5,94	5,32	6,70	5,76	6,88	6,47	7,11	6,67	6,32			117,78	6,54											
						F	48	94	140	186	231	278	326	377	418	458	503	548	592	636	685	729	776	820			18												
	9					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	10					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	11					L																																	
						ti																																	
						F																																	
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_i^2$ 37509		t_z	48,16	45,57	45,79	46,44	45,5	46,88	48,07	50,97	40,4	40,64	44,85	44,6	44,58	43,87	48,3	44,71	46,39	44,75			820	$\sum t_i$	50,1	$\sum t$										
			\bar{t}_z 45,6	$\sum t_z$		820	S_z^2 6,5	S_z 2,55	V em %	5,6%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$ 2,11	(ε) 1,3	(ε %) 2,8%	45,6																							
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤			5%	Erro amostral Obtido (ε%) =		2,8%	Número de medições adicionais a efectuar =																													

Tabela A 52 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 9 a 19

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L} - L_i}{100}$	Tipo de Tempo	(e %)	Nº
																											$\sum t_i/n$	\bar{t}_i				
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Efectuar a montagem do anel roscado com o anel sextavado e coloca-la no cartuxo OP 9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	3,78	7,6%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			6179 18	3,43				
						ti	2,98	3,92	3,64	2,67	3,16	3,94	4,74	3,08	3,80	3,04	3,06	3,69	2,93	2,93	3,94	3,72	3,13	3,42								
						F	3	77	150	223	295	371	448	518	593	666	739	813	887	959	1032	1104	1165	1200								
	2	Aperto do cartuxo OP 10					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	7,31	3,6%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			18,68 18	6,65			
						ti	6,10	6,60	6,04	6,30	7,28	6,45	7,22	6,94	7,59	6,57	6,67	7,37	7,00	6,12	6,09	6,69	6,42	6,24								
						F	9	84	156	229	302	377	456	525	601	672	745	821	894	965	1038	1110	1171	1206								
	3	Colocação da torneira anterior no posto seguinte OP 11					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	3,22	6,5%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			52,72 18	2,93			
						ti	3,60	3,59	2,64	3,01	2,74	2,27	3,11	2,75	3,61	2,82	2,65	2,74	2,98	2,68	2,83	2,75	2,78	3,40								
						F	13	87	159	232	305	379	459	528	605	675	748	823	897	967	1041	1113	1174	1209								
	4	Colocação da nova torneira na zona de testes OP 12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	3,15	7,3%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			5152 18	2,86			
						ti	3,08	3,22	2,21	2,35	2,62	2,53	2,68	2,87	2,31	3,20	2,55	3,46	2,73	2,68	2,82	3,31	3,22	3,69								
						F	16	90	161	235	307	382	461	531	607	678	751	827	900	970	1044	1117	1177	1213								
	5	Teste da torneira OP 13					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1600 18	100	25,32	0,3%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			405,06 18	25,32			
						ti	25,16	25,29	25,43	25,37	25,30	25,46	25,17	25,35	25,47	25,18	25,23	25,48	25,46	25,13	25,35	25,25										
						F	41	116	186	260	333	407	486	556	632	703	776	852	925	995	1069	1142										
	6	Colocação da tampa roscada e alavanca e rodar a torneira OP 14					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	6,53	4,3%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			106,80 18	5,93			
						ti	5,32	4,97	6,02	5,46	6,14	6,58	6,94	6,17	6,55	6,41	6,24	5,80	5,78	5,68	5,87	5,80	5,13	5,97								
						F	46	121	192	266	339	414	493	562	639	710	782	858	931	1001	1075	1148	1182	1219								
	7	Colocação do emulsor OP 15					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	4,01	7,3%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			65,66 18	3,65			
						ti	3,66	3,59	4,42	3,30	4,36	4,80	2,98	2,89	3,23	3,17	4,31	3,63	3,16	3,68	3,31	4,05	3,46	3,63								
						F	50	124	197	269	343	419	496	565	642	713	786	862	934	1005	1078	1152	1186	1223								
	8	Colocação dos parafusos OP 16					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	6,52	6,1%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			106,74 18	5,93			
						ti	5,44	4,74	6,25	5,80	6,41	7,49	5,38	6,33	5,65	7,34	5,37	5,41	5,00	5,75	5,71	6,40	6,42	5,88								
						F	55	129	203	275	349	426	502	571	648	720	792	867	939	1010	1084	1158	1192	1228								
	9	Colocação do tampão e rodar a torneira e coloca-la no posto seguinte OP 17					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1880 18	10	4,79	7,4%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			78,32 18	4,35			
						ti	4,34	5,01	5,51	5,05	3,87	4,71	3,81	5,24	5,02	3,50	4,82	3,38	4,02	4,10	4,46	3,68	3,95	3,87								
						F	60	134	209	280	353	431	506	577	653	724	796	871	943	1014	1088	1162	1196	1232								
	10	Limpeza da torneira OP 18					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1650 18	10	9,34	7,1%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			127,39 18	8,49			
						ti	9,02	9,42	8,55	7,17	8,46	10,04	6,10	9,26	7,09	7,95	8,42	8,88	8,71	9,33	7,99											
						F	69	143	217	287	362	441	512	586	660	732	805	880	952	1024	1096											
	11	Colocação da torneira num saco OP 19					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1650 18	10	4,15	9,7%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			56,63 18	3,78			
						ti	4,44	3,04	3,16	4,84	2,71	3,31	3,64	2,95	3,86	4,65	3,58	3,99	4,10	3,80												
						F	73	147	220	291	367	444	515	590	663	736	810	884	956	1028	1100											
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 17 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	84511	t_z	73,13	73,38	73,86	71,05	75,16	76,98	71,44	74,52	73,26	72,84	73,96	74,42	71,76	72,18	72,16	61,633	34,5	36,1			1232	$\sum t_i$	78,1	$\sum t$		
			16	\bar{t}_z	72,6	$\sum t_z$	1162	S_z^2	10,8	S_z	3,29	V em %	4,5%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2,n-1)}$	2,13	(δ)	1,8	(ϵ %)	2,4%						73,3					
	Erro amostral tolerado (ϵ %) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ϵ %) =		2,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																							

Tabela A 53 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 20 a 28

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \bar{t}_i$	Tipo de Tempo	(ε %)	N'							
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Limpeza da torneira OP 20				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{1500}{5}$	10	9,34	7,1%									
						ti	9,02	9,42	8,55	7,17	8,46	10,04	6,10	9,26	7,09	7,95	8,42	9,88	8,71	9,33	7,99						$\frac{127,39}{5}$	8,49											
						F	9	60	108	159	207	256	303	351	399	447	495	546	594	645	694						5												
	2	Colocação da torneira num saco OP 21				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	3,78	9,7%									
						ti	4,44	3,04	3,16	4,57	4,84	2,71	3,31	3,64	2,95	3,86	4,65	3,58	3,99	4,10	3,80						$\frac{56,63}{5}$	3,78											
						F	13	63	112	163	211	258	306	354	402	451	499	550	598	649	698						5												
	3	Colocação da torneira num saco de bolhas OP 22				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	2,86	9,0%									
						ti	2,88	3,36	3,65	2,59	2,18	3,51	2,85	3,58	2,35	2,66	2,38	2,82	2,58	2,68	2,78						$\frac{42,86}{5}$	2,86											
						F	16	66	115	166	214	262	309	358	405	454	502	553	600	652	700						5												
	4	Colocação da torneira num 2ºsaco de bolhas OP 23				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	4,11	9,6%									
						ti	2,96	4,52	5,17	3,59	3,50	5,01	3,65	4,38	5,14	3,18	4,08	3,39	4,52	4,43	4,10						$\frac{61,63}{5}$	4,11											
						F	19	71	120	170	217	267	313	362	410	457	506	556	605	656	705						5												
	5	Colocação do acondicionador e torneira na caixa OP 24				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	2,26	6,0%									
						ti	2,25	2,51	2,35	2,05	2,13	2,13	1,68	2,65	2,32	2,07	2,65	2,20	2,30	2,36	2,28						$\frac{33,93}{5}$	2,26											
						F	22	73	123	172	219	269	314	365	412	459	508	558	607	658	707						5												
	6	Coloca os TPI's e caixa pré montada dentro na caixa OP 25				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	7,81	2,8%									
						ti	7,68	8,62	7,77	7,19	7,34	8,01	7,51	7,37	7,92	7,58	8,05	8,35	7,85	7,66	8,25						$\frac{117,15}{5}$	7,81											
						F	29	82	131	179	227	277	322	372	420	467	516	567	615	666	715						5												
	7	Fecha a caixa e coloca-a num monte OP 26				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	7,47	3,1%									
						ti	7,97	6,55	7,31	7,74	7,51	7,42	7,85	7,78	6,96	7,11	7,54	6,99	7,85	7,96	7,49						$\frac{112,03}{5}$	7,47											
						F	37	88	138	187	234	284	330	380	427	474	524	574	623	674	723						5												
	8	Monta a caixa e cola a etiqueta OP 27				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	10,47	3,8%									
						ti	11,40	9,93	12,42	10,10	9,71	10,55	9,85	10,18	10,60	10,65	11,02	9,98	10,37	10,48	9,85						$\frac{157,08}{5}$	10,47											
						F	49	98	150	197	244	295	340	390	438	484	535	584	633	684	732						5												
	9	Colocação das caixas na palete OP 28				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{1500}{5}$	100	1,68	8,5%									
						ti	1,76	1,61	1,34	1,46	1,85	1,73	1,88	2,10	1,60	1,94	1,44	1,40	2,13	1,42	1,51						$\frac{25,18}{5}$	1,68											
						F	50	100	152	198	246	297	341	392	439	486	537	585	635	686	734						5												
	10					L																																	
						ti																																	
						F																																	
	11					L																																	
						ti																																	
						F																																	
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 17 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	35964	t_z	50,34	49,56	51,72	46,45	47,53	51,11	44,69	50,95	46,93	47	50,23	48,6	50,3	50,42	48,05						734	$\sum t_i$	49,8	$\sum t$									
		15	\bar{t}_z	48,9	$\sum t_z$	734	S_z^2	4,3	S_z	2,06	V em %	4,2%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,1	(ε %)	2,3%	48,9																
Erro amostral tolerado (ε %) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε %) =		2,3%		Número de medições adicionais a efectuar =																															

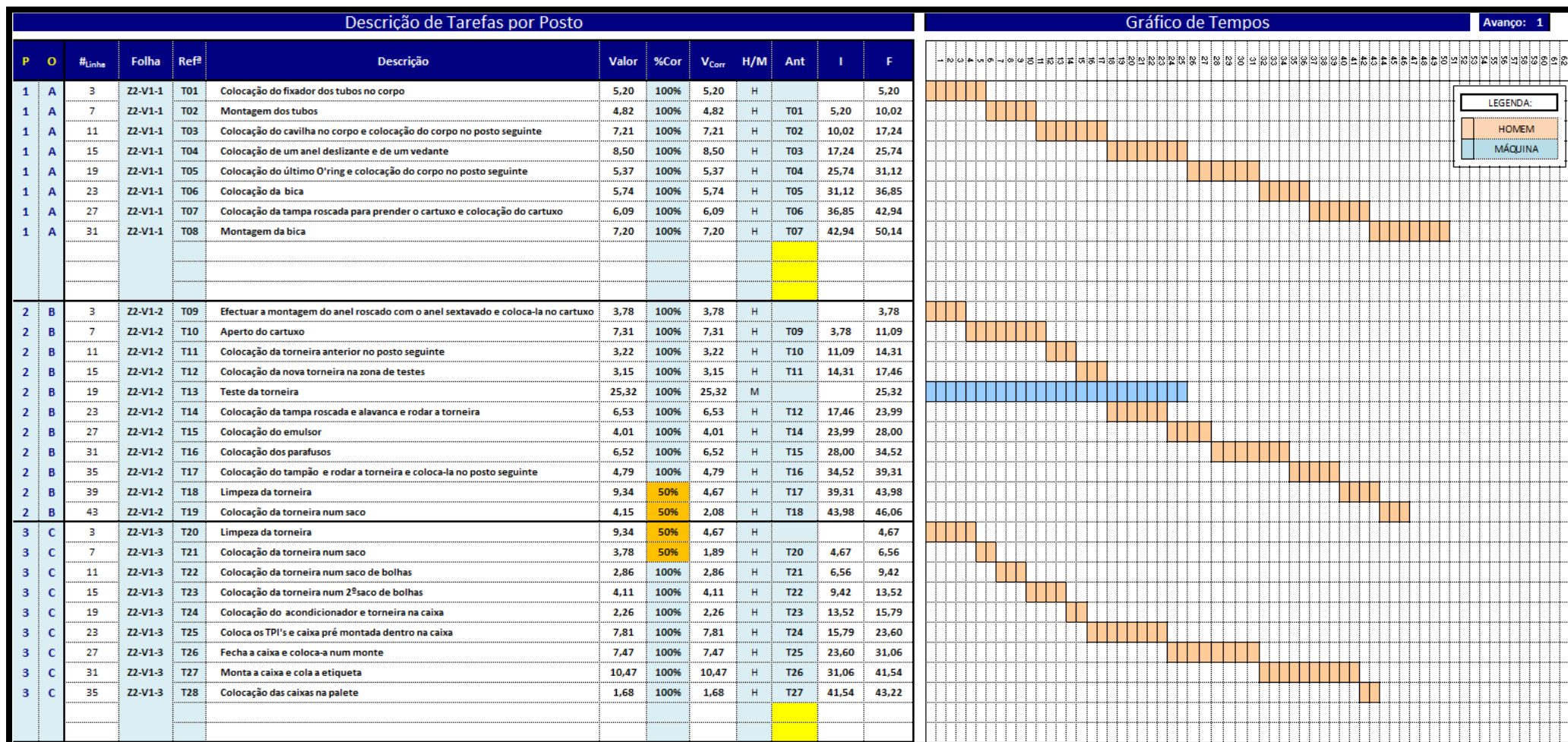
Tabela A 54 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	
Média	4,72656	4,38617	6,55594	7,73139	4,88633	5,21656	5,53533	6,54339	45,5817
Σx_i^2	409,867	357,549	776,671	1108,77	442,029	493,207	554,922	777,308	37508,9
Σx_i	85,078	78,951	118,007	139,165	87,954	93,898	99,636	117,781	820,47
n=	18	18	18	18	18	18	18	18	18
$(\Sigma x_i)^2$	7238,27	6233,26	13925,7	19366,9	7735,91	8816,83	9927,33	13872,4	673171
$(\Sigma x)^2/n$	402,126	346,292	773,647	1075,94	429,773	489,824	551,518	770,687	37398,4
n-1=	17	17	17	17	17	17	17	17	17
1/(n-1)	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882
s ²	0,45538	0,66216	0,17787	1,93152	0,72095	0,19901	0,20022	0,38946	6,49974
s	0,67482	0,81373	0,42174	1,38979	0,84909	0,4461	0,44746	0,62406	2,54946
V	14,3%	18,6%	6,4%	18,0%	17,4%	8,6%	8,1%	9,5%	5,6%
f=	17	17	17	17	17	17	17	17	17
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982
E	ERRO	0,33558	0,40466	0,20973	0,69113	0,42224	0,22252	0,31034	E 1,26782
10%	ERRO (%)	7,10%	9,23%	3,20%	8,94%	8,64%	4,25%	4,74%	5% 2,78%
	n' =								

	T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	
Média	3,43289	6,649	2,92911	2,86217	25,3163	5,93322	3,64756	5,92989	4,35122	8,49273	3,77513	72,6069
Σx_i^2	216,801	799,744	156,959	150,468	10254,9	638,223	244,418	641,933	347,856	1098,7	219,899	84510,9
Σx_i	61,792	119,682	52,724	51,519	405,061	106,798	65,656	106,738	78,322	127,391	56,627	1161,71
n=	18	18	18	18	16	18	18	18	18	15	15	16
$(\Sigma x_i)^2$	3818,25	14323,8	2779,82	2654,21	164074	11405,8	4310,71	11393	6134,34	16228,5	3206,62	1349572
$(\Sigma x)^2/n$	212,125	795,766	154,434	147,456	10254,7	633,656	239,484	632,944	340,796	1081,9	213,774	84348,3
n-1=	17	17	17	17	15	17	17	17	17	14	14	15
1/(n-1)	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,06667	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,07143	0,07143	0,06667
s ²	0,27508	0,23402	0,14849	0,1772	0,01486	0,26865	0,29027	0,52874	0,41528	1,1999	0,43745	10,8384
s	0,52448	0,48375	0,38535	0,42095	0,12191	0,51831	0,53876	0,72714	0,64442	1,0954	0,6614	3,29217
V	15,3%	7,3%	13,2%	14,7%	0,5%	8,7%	14,8%	12,3%	14,8%	12,9%	17,5%	4,5%
f=	17	17	17	17	15	17	17	17	17	14	14	15
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,13145	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,14479	2,14479	2,13145
E	ERRO	0,26082	0,24056	0,19163	0,20933	0,06496	0,25775	0,26792	0,3616	0,32046	0,60661	E 1,75427
10%	ERRO (%)	7,60%	3,62%	6,54%	7,31%	0,26%	4,34%	7,35%	6,10%	7,36%	7,14%	5% 2,42%
	n' =											

	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	
Média	8,49273	3,77513	2,8572	4,10893	2,26167	7,8102	7,46833	10,4723	1,67838	48,9248
Σx_i^2	1098,7	219,899	125,466	260,331	77,5768	917,225	839,103	1652,13	43,1807	35964,1
Σx_i	127,391	56,627	42,858	61,634	33,925	117,153	112,025	157,084	25,1757	733,873
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	16228,5	3206,62	1836,81	3798,75	1150,91	13724,8	12549,6	24675,4	633,818	538569
$(\Sigma x)^2/n$	1081,9	213,774	122,454	253,25	76,727	914,988	836,64	1645,03	42,2545	35904,6
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	1,1999	0,43745	0,21513	0,50577	0,0607	0,15975	0,17596	0,5077	0,06615	4,25073
s	1,0954	0,6614	0,46383	0,71117	0,24636	0,39969	0,41947	0,71253	0,25721	2,06173
V	12,9%	17,5%	16,2%	17,3%	10,9%	5,1%	5,6%	6,8%	15,3%	4,2%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,60661	0,36627	0,25686	0,39384	0,13643	0,22134	0,2323	0,39459	E 1,14175
10%	ERRO (%)	7,14%	9,70%	8,99%	9,58%	6,03%	2,83%	3,11%	3,77%	5% 2,33%
	n' =									

Tabela A 55 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Cozinha Alta - Style

Tabela A 56 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo, controla visualmente e pausa-o	OP1	T01
	Pega na curva, controla visualmente	OP2	T02
	Pega no anel de cobre e coloca na curva		
	Pega no corpo e encaixa a curva no corpo		
	Retira o corpo anterior da máquina do aperto da curva e coloca o novo na máquina		
	Carrega nos botões e espera até a máquina fechar totalmente		
	Acabe de fechar o teste inicia	OP3	T03
	Pega no corpo e coloca no módulo	OP4	T04
	Pega na cavilha coloca e aperta		
	Pega no primeiro tubo põe colca na ponta aberta ligeiramente de forma manual		
	Pega no segundo tubo põe colca na ponta aberta ligeiramente de forma manual		
	Pega no corpo e coloca na máquina de aperto dos tubos	OP6	T06
	Carrega nos botões e inicia o aperto		
	Pega no corpo e coloca na máquina do aperto do cartuxo (operação partilhada)		
2º OPERADOR	Pega no corpo e coloca na máquina do aperto do cartuxo (operação partilhada)	OP8	T08
	Pega no cartuxo coloca-o, pega no disco de aço coloca e pega nos parafusos e coloca-os	OP9	T09
	Carrega no botão e inicia o aperto do cartuxo	OP10	T10
	Pega na torneira e coloca-a na zona de testes	OP11	T11
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP12	T12
	Pega na torneira e coloca-a no posto seguinte	OP13	T13
	Pega no O'ring e coloca-o	OP14	T14
	Pega na tampa rosca e coloca-a	OP15	T15
	Pega na alavanca e no martelo		
	Coloca a alavanca e dá duas marteladas		
	Vira o módulo giratório		
	Pega no perno coloca-o e aperta-o		
	Pega no tampão e coloca-o		
	Vira o módulo giratório		
	Pega na torneira e coloca-a no suporte da limpeza		
	Pega no pano, efetua a limpeza e inspeção á final da torneira (operação partilhada)	OP18	T18
3º OPERADOR	Pega no pano, efetua a limpeza e inspeção á final da torneira (operação partilhada)	OP19	T19
	Pega num saco e coloca a torneira no saco e pausa na bancada	OP20	T20
	Pega na torneira e coloca-a na caixa	OP21	T21
	Pega nos TPI's e na pré montagem e coloca-os na caixa	OP22	T22
	Inicia o fecho da caixa	OP23	T23
	Pega na caixa e coloca-a num monte	OP24	T24
	Pega no monte de caixas e coloca-as na paleta	OP25	T25
	Pega numa nova caixa		
	Cola a etiqueta e monta a caixa		
	Pega num acondicionador e no set contraparafuso e coloca-os na caixa	OP27	T27

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 57 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 7

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{t_i}$	$t = \frac{L}{100} \cdot \frac{1}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
							$\sum t_i / n$	$\frac{L}{t_i}$																								
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Controlo visual do corpo OP 1				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	4,27	7,1%		
						ti	4,08	3,98	4,49	4,33	4,16	3,34	3,41	4,70	3,66	4,57	3,84	4,68	5,15	4,85	4,80						64,03 15	4,27				
						F	4	55	10	160	215	268	315	367	416	468	516	563	618	667	722											
	2	Colocação da curva no corpo OP 2				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	13,39	5,6%		
						ti	1191	13,04	13,31	13,68	14,52	12,59	12,49	12,18	12,68	12,99	12,03	16,52	12,97	16,00	13,90						200,81 15	13,39				
						F	16	69	124	173	230	280	328	379	429	481	528	580	631	683	736											
	3	Aperto da curva OP 3				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	12,65	2,0%		
						ti	13,24	13,84	12,05	12,42	12,38	12,40	12,71	13,05	12,52	12,95	12,25	12,32	12,66	12,54							189,73 15	12,65				
						F	29	82	136	186	242	293	340	391	442	493	541	592	643	695	749											
	4	Colocação e aperto da cavilha OP 4				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	6,62	10,0%		
						ti	7,10	7,12	4,84	8,86	8,79	6,31	7,30	7,02	5,60	5,38	5,14	7,14	6,19	5,82	6,75						99,37 15	6,62				
						F	36	89	140	195	251	299	347	398	448	499	546	599	649	701	755											
	5	Colocação dos tubos OP 5				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	8,04	5,6%		
						ti	8,13	8,73	8,54	8,75	7,49	7,28	8,34	7,12	8,89	7,90	6,76	7,41	7,50	9,83	7,88						120,53 15	8,04				
						F	44	98	149	203	258	306	356	406	457	507	553	607	657	711	763											
	6	Aperto dos tubos OP 6				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1500 15	100	3,60	4,5%		
						ti	3,85	3,88	3,61	3,74	3,34	3,70	3,74	3,46	4,03	3,36	3,23	3,37	3,07	4,03	3,57						53,98 15	3,60				
						F	48	102	153	207	262	310	360	409	461	510	556	610	660	715	767											
	7	Colocação da torneira no módulo do aperto do cartucho OP 7				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2000 20	100	2,78	9,5%		
						ti	3,19	3,65	2,71	3,85	2,84	2,00	2,34	3,59	2,78	2,30	2,31	2,47	2,26	2,35	2,52	3,49	2,84	3,47	2,09	2,75	55,59 20	2,78				
						F	51	106	155	211	264	312	362	413	463	512	559	612	662	717	769	773	776	779	781	784						
	8					L																										
						ti																										
						F																										
	9					L																										
						ti																										
						F																										
	10					L																										
						ti																										
						F																										
	11					L																										
						ti																										
						F																										
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 17 Folhas	Estatística		n	$\sum t_z^2$	39574	t_z	51,49	54,25	49,55	55,63	53,32	47,61	50,01	50,78	50,69	49,02	46,26	53,83	49,47	55,54	51,96	3,487	2,842	3,471	2,086	2,748	784	$\sum t_i$	51,3	$\sum t$		
			15	\bar{t}_z	51,3	$\sum t_z$	769	s_z^2	7,8	s_z	2,79	V em %	5,4%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,5	(ε %)	3,0%	51,3										
Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,0%		Número de medições adicionais a efectuar =																								

Tabela A 58 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 8 a 18

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'							
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação da torneira no módulo do aperto do cartuxo OP 8					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2000	100	2,78	9,5%									
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20				100							
						ti	3,19	3,65	2,71	3,85	2,64	2,00	2,34	3,59	2,78	2,30	2,31	2,47	2,26	2,35	2,52	3,49	2,84	3,47	2,09	2,75	55,59	2,78											
	2	Colocação do cartuxo e restantes componentes OP 9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	7,81	4,7%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	6,87	8,85	7,61	6,19	6,96	7,73	7,54	7,22	7,48	7,76	7,80	6,70	7,32	7,42	8,10	111,54	7,44	5	105														
	3	Aperto do cartuxo OP 10					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	500	100	6,47	1,9%									
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5	100											
						ti	6,48	6,43	6,57	6,81	6,30	6,37	6,11	6,42	6,42	6,79	6,38	6,46	6,19	6,44	6,95	97,12	6,47	5	100														
	4	Colocação da torneira na zona de testes OP 11					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	8,50	4,6%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	8,67	7,12	7,71	6,88	7,93	8,56	9,09	7,84	7,32	8,06	8,78	8,99	8,44	8,24	7,76	121,37	8,09	5	105														
	5	Início do teste OP 12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	16,94	1,5%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	15,78	16,23	15,76	15,81	16,19	16,33	15,44	16,26	16,66	15,73	16,45	16,03	16,76	15,72	16,81	241,95	16,13	5	105														
	6	Colocação da torneira no posto seguinte OP 13					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	4,32	7,4%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	3,22	3,53	3,09	4,08	3,92	3,84	4,49	3,80	4,34	4,73	4,43	4,62	4,60	4,21	4,88	61,79	4,12	5	105														
	7	Colocação do O'ring OP 14					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	2,26	8,1%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	182	2,37	171	2,03	2,54	2,21	2,41	2,45	2,63	1,81	2,32	2,28	2,17	170	1,83	32,26	2,15	5	105														
	8	Colocação da tampa roscada OP 15					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	4,22	8,0%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	3,81	3,40	4,24	5,10	5,35	3,56	3,23	3,45	3,99	4,19	4,29	3,90	3,98	3,95	3,80	60,25	4,02	5	105														
	9	Colocação da alavanca, do perno e do tampão OP 16					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	4,03	5,0%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	3,73	3,61	3,85	3,96	4,07	4,30	3,75	3,67	4,36	3,41	4,50	3,39	3,51	3,94	3,56	57,59	3,84	5	105														
	10	Colocação da torneira no suporte de limpeza OP 17					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	575	105	7,55	6,3%									
						L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	5	105											
						ti	7,70	7,57	7,73	9,51	7,01	6,24	6,16	6,96	7,40	6,64	7,45	6,84	6,54	6,79	7,32	107,85	7,19	5	105														
	11	Limpeza da torneira OP 18					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	500	100	11,42	8,3%									
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10														

Tabela A 59 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 19 a 27

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N°																		
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Limpeza da torneira				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	11,42	8,3%																				
						ti	14,08	12,00	14,41	13,12	9,40	9,89	10,15	12,30	12,45	9,65	9,63	9,48	11,62	12,41	10,68						$\frac{171,29}{15}$	11,42																						
						F	14	63	117	163	210	254	299	349	397	442	487	532	580	630	675																													
	2	Colocação da torneira num saco				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	4,48	6,8%																				
						ti	4,54	4,99	4,08	5,12	5,28	4,40	4,42	4,81	4,62	3,98	3,60	3,92	3,67	5,28	4,49						$\frac{67,18}{15}$	4,48																						
						F	19	68	121	168	215	259	304	354	402	446	490	536	584	635	680																													
	3	Colocação da torneira na caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	2,62	9,7%																				
						ti	2,11	2,38	3,17	2,41	2,41	2,23	2,75	2,89	2,21	2,33	2,49	2,58	3,75	3,28	2,39						$\frac{39,36}{15}$	2,62																						
						F	21	70	124	170	217	261	307	357	404	448	493	539	587	638	682																													
	4	Colocação dos TPI's e da pré montagem na caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	4,44	8,8%																				
						ti	4,90	6,21	3,41	5,13	3,67	3,94	4,46	4,10	4,21	4,84	4,68	4,99	4,18	3,95	3,96						$\frac{66,63}{15}$	4,44																						
						F	26	77	128	175	221	265	311	361	408	453	497	544	592	642	686																													
	5	Fecho da caixa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	4,44	8,8%																			
						ti	4,90	6,21	3,41	5,13	3,67	3,94	4,46	4,11	4,21	4,84	4,68	4,99	4,18	3,95	3,96						$\frac{66,63}{15}$	4,44																						
						F	31	83	131	180	225	269	315	365	413	458	502	549	596	646	690																													
	6	Colocação da caixa num monte				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	7,14	3,2%																			
						ti	6,97	7,11	7,28	7,34	7,10	6,71	7,41	6,79	7,59	7,27	7,59	6,99	7,21	6,04	7,69						$\frac{107,07}{15}$	7,14																						
						F	38	90	138	188	232	276	323	372	420	465	510	556	603	652	698																													
	7	Colocação do monte de caixas na paleta				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	2,07	8,0%																			
						ti	2,62	2,37	2,00	1,82	1,73	2,13	2,14	2,60	1,53	1,95	2,14	2,16	1,96	2,08	1,86						$\frac{3107}{15}$	2,07																						
						F	40	92	140	189	233	278	325	374	422	467	512	558	605	654	700																													
	8	Montar uma nova caixa e colar a etiqueta				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	5,62	8,0%																			
						ti	4,27	4,89	4,82	5,47	6,38	6,00	5,98	6,41	6,27	4,28	5,64	5,42	6,98	5,25	6,27						$\frac{84,33}{15}$	5,62																						
						F	44	97	145	195	240	284	331	381	428	471	518	563	612	659	706																													
	9	Colocação do acondicionador e do contraparafuso				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{500}{15}$	100	5,20	7,1%																			
						ti	6,64	5,39	4,27	5,18	4,72	5,52	5,82	4,01	4,41	5,59	5,37	4,93	5,21	5,37	5,56						$\frac{77,99}{15}$	5,20																						
						F	51	103	149	200	245	289	337	385	432	477	523	568	617	665	712																													
	10					L																																												
						ti																																												
						F																																												
	11					L																																												
						ti																																												
						F																																												
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	33827	t_z	51,04	51,54	46,84	50,71	44,36	44,74	47,58	48,02	47,5	44,72	45,81	45,47	48,76	47,6	46,84						712	$\sum t_i$	47,4	$\sum t$																					
																														15	\bar{t}_z	47,4	$\sum t_z$	712	S_z^2	5,3	S_z	2,30	V em %	4,8%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	1,3	(ε%)	2,7%
Erro amostral tolerado (ε%) ≤				5%		Erro amostral Obtido (ε%) =				2,7%		Número de medições adicionais a efectuar =																																						

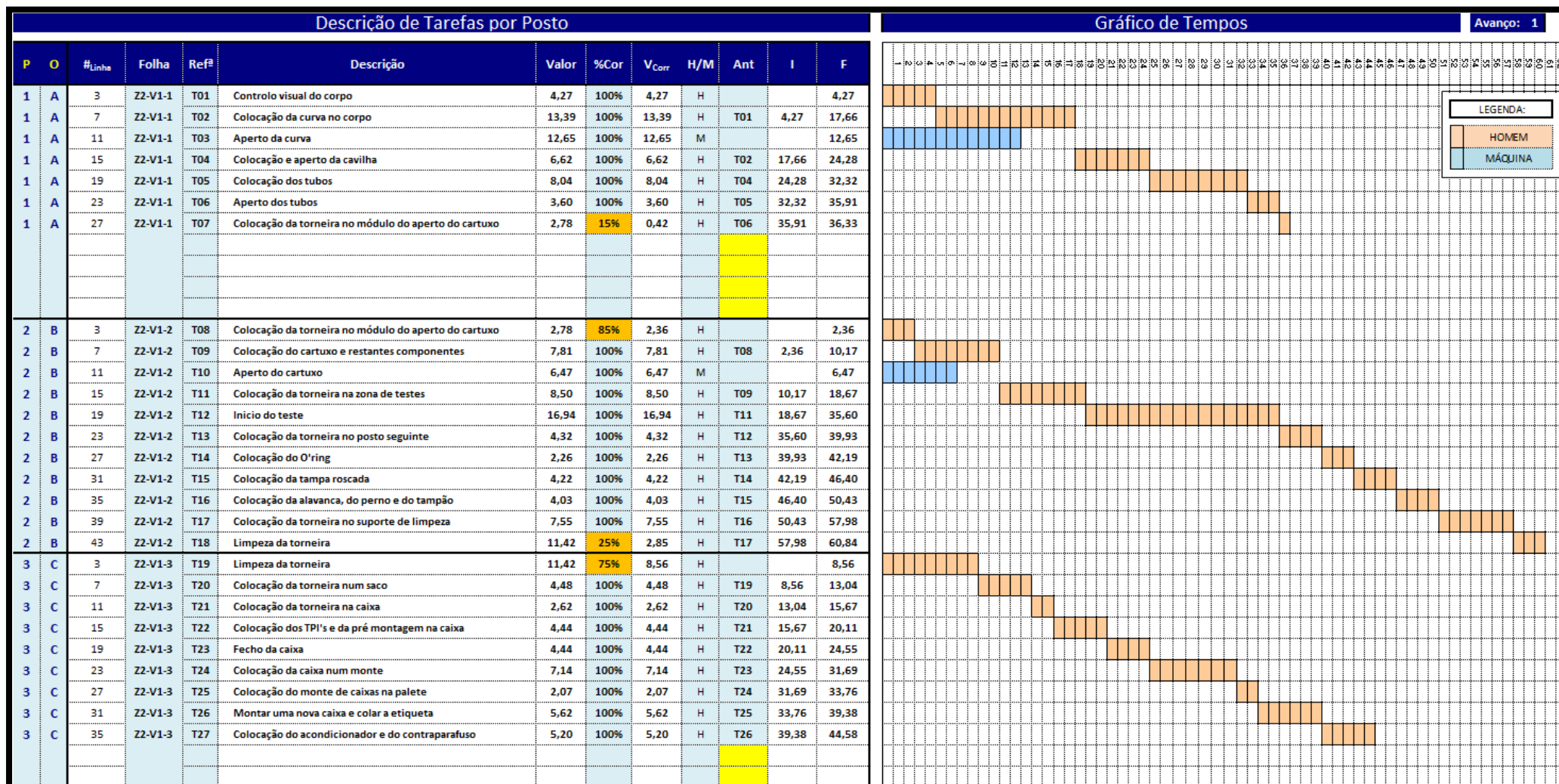
Tabela A 60 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	
	Média	4,2684	13,3875	12,6483	6,62467	8,03533	3,5988	2,7795	51,2934
	Σx_i^2	277,476	2714,45	2402,64	678,251	977,863	195,459	160,619	39574,4
	Σx_i	64,026	200,812	189,725	99,37	120,53	53,982	55,59	769,401
	n=	15	15	15	15	15	15	20	15
	$(\Sigma x_i)^2/n$	4099,33	40325,5	35995,6	9874,4	14527,5	2914,06	3090,25	591978
	$(\Sigma x)^2/n$	273,289	2688,36	2399,71	658,293	968,499	194,27	154,512	39465,2
	n-1=	14	14	14	14	14	14	19	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,05263	0,07143
	s^2	0,2991	1,86298	0,20945	1,42558	0,6689	0,08491	0,32137	7,80288
	s	0,5469	1,36491	0,45766	1,19398	0,81786	0,2914	0,5669	2,79336
	V	12,8%	10,2%	3,6%	18,0%	10,2%	8,1%	20,4%	5,4%
	f=	14	14	14	14	14	14	19	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,09302	2,14479
E	ERRO	0,30286	0,75586	0,25344	0,6612	0,45292	0,16137	0,26532	1,54691
10%	ERRO (%)	7,10%	5,65%	2,00%	9,98%	5,64%	4,48%	9,55%	3,02%
	n' =								

		T08	T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	
	Média	2,7795	7,4358	6,4746	8,091	16,1302	4,119	2,15093	4,0166	3,8396	7,19027	11,4192	73,5976
	Σx_i^2	160,619	834,885	629,533	988,307	3905,25	258,691	70,7787	246,754	222,804	784,793	1996,71	81306,2
	Σx_i	55,59	111,537	97,119	121,365	241,953	61,785	32,264	60,249	57,594	107,854	171,288	1103,96
	n=	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2/n$	3090,25	12440,5	9432,1	14729,5	58541,3	3817,39	1040,97	3629,94	3317,07	11632,5	29339,6	1218737
	$(\Sigma x)^2/n$	154,512	829,367	628,807	981,964	3902,75	254,492	69,3977	241,996	221,138	775,499	1955,97	81249,1
	n-1=	19	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,05263	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s^2	0,32137	0,39415	0,05188	0,45309	0,17878	0,29988	0,09864	0,33985	0,11904	0,66385	2,90952	4,07862
	s	0,5669	0,62781	0,22778	0,67312	0,42283	0,54762	0,31407	0,58297	0,34502	0,81477	1,70573	2,01956
	V	20,4%	8,4%	3,5%	8,3%	2,6%	13,3%	14,6%	14,5%	9,0%	11,3%	14,9%	2,7%
	f=	19	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,09302	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,26532	0,34767	0,12614	0,37276	0,23415	0,30326	0,17393	0,32284	0,19107	0,4512	0,9446	1,11839
10%	ERRO (%)	9,55%	4,68%	1,95%	4,61%	1,45%	7,36%	8,09%	8,04%	4,98%	6,28%	8,27%	1,52%
	n' =												

		T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	
	Média	11,4192	4,47847	2,624	4,4421	4,44213	7,13773	2,07152	5,6218	5,1994	47,4364
	Σx_i^2	1996,71	305,105	106,252	302,94	302,944	766,636	65,6207	483,211	411,649	33827,1
	Σx_i	171,288	67,177	39,36	66,6315	66,632	107,066	31,0728	84,327	77,991	711,545
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2/n$	29339,6	4512,75	1549,21	4439,76	4439,82	11463,1	965,518	7111,04	6082,6	506297
	$(\Sigma x)^2/n$	1955,97	300,85	103,281	295,984	295,988	764,209	64,3679	474,07	405,506	33753,1
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s^2	2,90952	0,3039	0,21227	0,49687	0,49685	0,17338	0,08949	0,65294	0,43876	5,28475
	s	1,70573	0,55128	0,46073	0,70489	0,70488	0,41639	0,29915	0,80805	0,66239	2,29886
	V	14,9%	12,3%	17,6%	15,9%	15,9%	5,8%	14,4%	14,4%	12,7%	4,8%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,9446	0,30529	0,25514	0,39036	0,39035	0,23059	0,16566	0,44748	0,36682	1,27307
10%	ERRO (%)	8,27%	6,82%	9,72%	8,79%	8,79%	3,23%	8,00%	7,96%	7,05%	2,68%
	n' =										

Tabela A 61 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Banheira Termostática Automil

Tabela A 62 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega nas sedes e nas porcas e coloca-as no módulo	OP1	T01
	Pega no corpo faz limpeza e inspeção visual	OP2	T02
	Pega no inversor e coloca-o no corpo	OP3	T03
	Coloca o corpo no módulo		
	Carrega no pedal e aperta as sed's e as porcas		
	Agarra a máquina e aperta o castelo		
	Pega no corpo e coloca-o no suporte giratório		
	Pega no cartuxo e coloca-o no corpo coloca a porca e aperta	OP4	T04
	Pega no inversor coloca banha e coloca-o no corpo e aperta-o		
	Pega no emulsor coloca-o e aperta-o ligeiramente		
	Pega na manga cinzenta coloca-a no corpo e dá uma martelada		
	Pega no corpo e aperta o emulsor		
	Pega no corpo	OP5	T05
	Retira o corpo anterior do teste de ar e coloca-o no teste de água		
	Coloca o corpo no teste de ar		
	Carrega nos botões e inicia o teste de ar	OP6	T06
	Coloca o botão do emulsor e aperta-o	OP7	T07
	Carrega nos botões e inicia o teste de água	OP8	T08
	Pega na aplicação do castelo e coloca-a	OP9	T09
	Pega no 1º manípulo e coloca-o	OP10	T10
	Pega no parafuso, coloca-o e aperta-o		
	Coloca a tampa no manípulo		
	Regulação da temperatura		
	Carrega nos botões e inicia a secagem		
2º OPERADOR		OP11	T11
	Pega no corpo e coloca-o no suporte	OP12	T12
	Pega no manípulo e na válvula antiretorno e coloca-os no corpo		
	Pega no parafuso coloca-o e aperta-o		
	Pega na tampa e coloca-a		
	Pega no pano e efectua a limpeza a toneira	OP13	T13
	Pega no saco e coloca a toneira dentro do saco	OP14	T14
	Pega e coloca os crivos e as tampas coloridas	OP15	T15
	Fecha o saco e coloca-o no acondicionador que está na bancada		
	Pega numa nova caixa e monta-a	OP16	T16
	Pega num acondicionador e coloca-o na caixa	OP17	T17
	Pega numa pré-montagem e coloca-a na caixa		
	Pega no acondicionador com a toneira e coloca na caixa	OP18	T18
	Pega num outro acondicionador e nos TPI's e coloca-os na caixa		
	Coloca a mão sobre a parte superior da caixa e fecha-a	OP19	T19
	Coloca um pouco de fita-cola na caixa		
	Pega na caixa e coloca-a num monte		
	Pega no monte de caixas e coloca-a na paleta	OP20	T20
	Pega no acondicionador e pousa-o na bancada	OP21	T21

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 63 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo	mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{i}$	$t = \frac{L - \bar{L}}{100 - \bar{L}}$	Tipo de Tempo	(ε%)	Nº																	
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum t_i / n$	$\frac{L}{i}$																					
Z2 [V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto OP 1				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	5,31	4,1%																		
						ti	4,26	5,33	4,86	4,91	4,40	5,52	4,40	4,76	4,89	5,18	4,56	5,08	4,65	4,61	5,06							72,47 15	4,83																					
						F	4	145	291	438	577	718	864	1011	1162	1301	1438	1579	1721	1862	1998																													
	2	Limpeza, inspeção e colocação do inversor OP 2				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	10,25	9,0%																		
						ti	8,51	8,08	10,93	7,60	10,16	9,94	10,89	9,34	12,79	8,37	7,86	9,04	8,98	7,17	10,06							139,75 15	9,32																					
						F	13	163	302	445	587	728	875	1020	1165	1309	1446	1588	1730	1869	2008																													
	3	Aperto das porcas, das sedes e do castelo OP 3				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	7,04	5,0%																		
						ti	5,96	5,78	6,12	5,79	6,12	7,56	6,06	6,21	6,56	6,61	6,89	7,56	6,31	5,84	6,61							95,96 15	6,40																					
						F	19	169	308	451	593	736	881	1027	1172	1316	1453	1596	1737	1875	2015																													
	4	Colocação de vários componentes no suporte giratório OP 4				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	25,16	5,2%																		
						ti	20,82	26,78	25,49	23,84	22,93	26,28	20,98	22,86	22,73	19,93	23,19	21,48	24,23	20,45	21,06							343,06 15	22,87																					
						F	40	186	333	475	616	762	902	1049	1194	1336	1476	1617	1761	1905	2036																													
	5	Substituição dos corpos no módulo de teste OP 5				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	5,68	8,2%																		
						ti	4,92	5,16	5,77	4,69	5,25	4,39	6,32	4,40	6,07	4,66	4,31	4,90	4,50	5,59	6,00							77,51 15	5,17																					
						F	44	191	339	480	621	766	909	1054	1200	1341	1480	1622	1765	1901	2042																													
	6	1º Teste OP 6				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1600 15	100	41,05	0,7%																		
						ti	4101	4124	4151	40,90	40,56	40,90	4156	4122	40,00	4189	4115	4122	40,60	40,57	4152							615,82 15	41,05																					
						F	85	232	380	520	662	807	950	1095	1240	1383	1521	1663	1806	1942	2083																													
	7	Colocação do botão do inversor OP 7				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	3,47	9,4%																		
						ti	3,56	3,44	3,53	2,91	4,02	3,00	3,55	2,85	4,10	2,57	2,37	2,69	3,22	3,06	2,49							47,34 15	3,16																					
						F	89	236	384	523	666	810	954	1098	1245	1385	1524	1666	1809	1945	2086																													
	8	2º Teste (Teste de água) OP 8				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1600 15	100	25,98	2,0%																		
						ti	27,42	26,81	25,16	25,42	24,34	25,46	26,13	26,32	26,11	25,47	27,69	26,53	26,12	24,76	26,05							389,77 15	25,98																					
						F	16	262	409	549	690	836	980	1124	1271	1411	1551	1693	1835	1969	2112																													
	9	Colocação da aplicação do castelo OP 9				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	3,27	8,1%																		
						ti	2,26	3,65	2,37	2,48	2,86	3,04	3,34	3,04	3,81	3,15	2,84	2,85	2,65	3,17	3,07							44,55 15	2,97																					
						F	10	266	411	551	693	839	983	1127	1274	1414	1554	1695	1838	1973	2115																													
	10	Colocação do manípulo e regulação da temperatura OP 10				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650 15	10	11,67	4,0%																		
						ti	10,12	10,35	11,70	11,26	9,31	10,52	11,64	10,57	11,48	9,49	10,85	11,07	9,58	10,26	10,98							159,17 15	10,61																					
						F	129	276	423	563	702	849	995	1138	1286	1423	1565	1707	1848	1983	2126																													
	11	Iniciar a secagem OP 11				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							1600 15	100	9,98	3,1%																		
						ti	10,91	9,36	9,61	9,84	10,16	10,42	11,26	9,54	10,03	9,95	9,25	10,15	9,84	9,97	9,36							119,63 15	9,98																					
						F	140	286	433	572	713	860	1006	1147	1296	1433	1574	1717	1857	1993	2135																													
Nº Ident.: AA0000 Folha 3 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	304101	t_z	139,7	146	147	139,6	140,1	147	146,7	141,1	148,6	137,3	140,9	142,5	140,7	135,4	142,2							2135	$\sum t_i$	148,9	$\sum t$																				
																															15	\bar{t}_z	142,3	$\sum t_z$	2135	S_z^2	15,3	S_z	3,91	V em %	2,7%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,2	(ε%)	1,5%	142,3
Erro amostral tolerado (ε%) ≤			5%			Erro amostral Obtido (ε%) =			1,5%			Número de medições adicionais a efectuar =																																						

Tabela A 64 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 12 a 21

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. ^a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} - \bar{L}_i$	Tipo de Tempo	(ε %)	N'
							$\sum t_i/n$	\bar{t}_i																								
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação do manípulo e da válvula antiretorno OP 12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	11,47	4,1%		
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{156,44}{15}$				10,43
						ti	9,21	9,27	11,13	10,42	10,81	9,31	11,26	10,90	10,54	10,03	11,52	10,84	9,90	11,26	10,06											
	2	Limpeza e inspeção visual da torneira OP 13					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	18,40	5,8%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{250,94}{15}$	16,73			
						ti	16,60	16,94	17,24	15,06	14,71	14,45	19,35	16,49	17,69	16,45	15,35	16,49	19,69	15,05	15,37											
	3	Colocação da torneira num saco OP 14					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	5,00	9,9%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{68,24}{15}$	4,55			
						ti	5,88	3,90	3,49	5,40	4,68	3,19	4,21	4,27	5,41	3,49	4,19	4,86	5,13	5,32	4,84											
	4	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira no acondicionador OP 15					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	8,85	5,7%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{120,61}{15}$	8,04			
						ti	7,26	8,11	8,88	9,31	6,89	7,56	8,15	9,12	7,85	7,93	6,48	8,52	8,02	9,05	7,49											
	5	Montar nova caixa OP 16					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	5,98	5,6%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{815,7}{15}$	5,44			
						ti	4,64	5,99	4,76	5,02	5,63	5,60	5,15	6,26	6,10	4,85	5,11	6,20	5,31	5,10	5,84											
	6	Colocação do acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa OP 17					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	6,52	5,6%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{88,97}{15}$	5,93			
						ti	6,81	6,47	5,82	6,72	5,63	6,11	4,95	5,32	5,09	5,89	6,45	6,23	6,41	5,87	5,21											
	7	Colocação de outro acondicionador e dos TPI's na caixa OP 18					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	7,82	4,5%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{106,63}{15}$	7,11			
						ti	6,92	8,16	6,58	7,99	7,13	7,75	6,98	6,71	7,33	6,13	6,45	7,40	6,85	7,46	6,82											
	8	Fechar a caixa e colocá-la num monte OP 19					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	7,66	4,1%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{104,40}{15}$	6,96			
						ti	6,67	7,40	6,63	6,04	7,16	7,60	7,20	6,50	6,79	7,10	6,45	7,23	8,12	6,67	6,85											
	9	Colocação do monte de caixas na paleta OP 20					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	7,19	8,9%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{98,02}{15}$	6,53			
						ti	6,85	6,95	7,55	8,63	6,82	6,57	5,85	7,35	5,13	5,83	5,57	4,61	6,80	5,94	7,58											
	10	Colocação o acondicionador da torneira em cima da bancada OP 21					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{150}{15}$	10	2,37	6,1%	
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						$\frac{32,37}{15}$	2,16			
						ti	2,24	2,23	1,90	2,22	1,93	2,10	2,58	1,94	2,14	2,04	2,50	2,56	1,83	2,02	2,14											
	11																															
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 17 Folhas	Estatística	n	$\sum t_i^2$	81981	t_z	73,08	77,42	73,97	76,81	71,38	70,22	75,69	74,86	74,06	69,72	70,08	76,93	78,05	73,74	72,19							1108	$\sum t_i$	81,3	$\sum t$		
			\bar{t}_z	73,9		$\sum t_z$	1108	s_z^2	7,6	s_z	2,76	V em %		3,7%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$		2,14	(ε)	1,5	(ε %)	2,1%	73,9						
			Erro amostral tolerado (ε %) ≤			5%		Erro amostral Obtido (ε %) =		2,1%		Número de medições adicionais a efectuar =																				

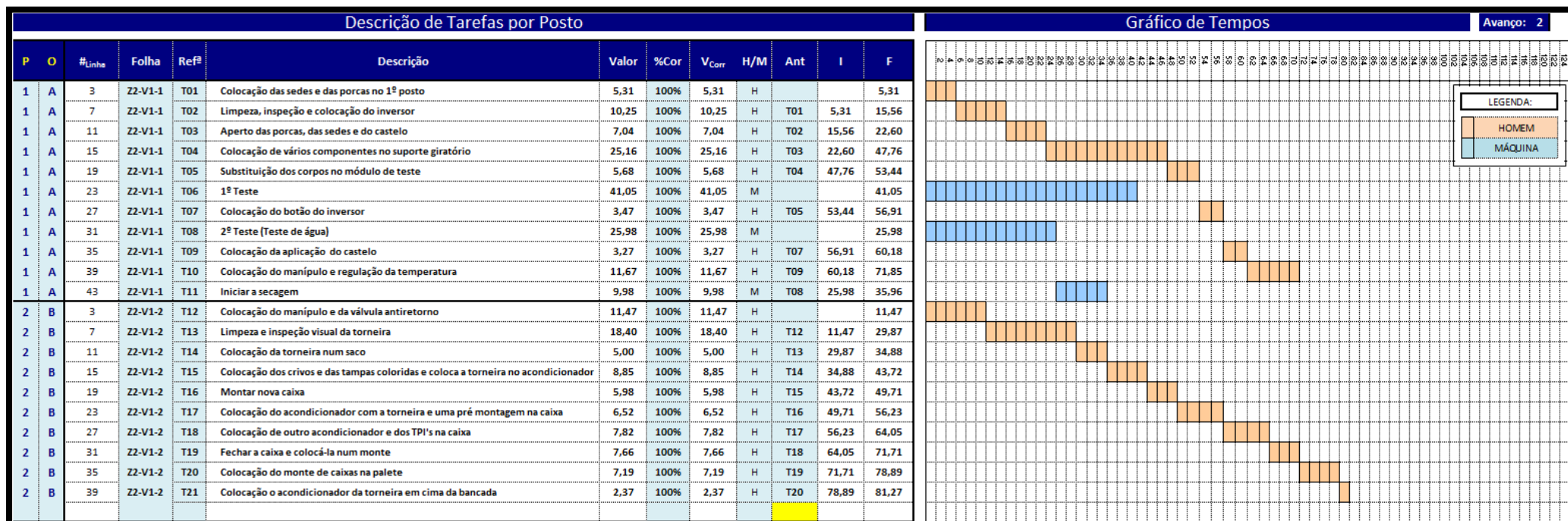
Tabela A 65 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
Média	4,8312	9,31633	6,39747	22,8705	5,16713	41,0545	3,1562	25,9847	2,97	10,611	9,97553	142,335
Σx_i^2	351,939	1333,7	618,523	7910,11	408,611	25285,4	153,451	10140	134,956	1697,2	1497,07	304101
Σx_i	72,468	139,745	95,962	343,057	77,507	615,818	47,343	389,771	44,55	159,165	149,633	2135,02
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	5251,61	19528,7	9208,71	117688	6007,34	379232	2241,36	151921	1984,7	25333,5	22390	4558306
$(\Sigma x)^2/n$	350,107	1301,91	613,914	7845,87	400,489	25282,1	149,424	10128,1	132,314	1688,9	1492,67	303887
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,13084	2,271	0,32922	4,58826	0,58016	0,23661	0,28761	0,84695	0,18878	0,59262	0,31423	15,2762
s	0,36171	1,50698	0,57378	2,14202	0,76169	0,48643	0,53629	0,9203	0,43449	0,76982	0,56056	3,90848
V	7,5%	16,2%	9,0%	9,4%	14,7%	1,2%	17,0%	3,5%	14,6%	7,3%	5,6%	2,7%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,20031	0,83454	0,31775	1,18621	0,42181	0,26938	0,29699	0,50964	0,24061	0,42631	0,31043
10%	ERRO (%)	4,15%	8,96%	4,97%	5,19%	8,16%	0,66%	9,41%	1,96%	8,10%	4,02%	3,11%
	n' =											

	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	
Média	10,4293	16,7291	4,54947	8,04093	5,4378	5,9314	7,10887	6,96005	6,53497	2,15817	73,8801
Σx_i^2	1639,83	4241,5	319,649	979,571	447,722	532,705	762,61	730,397	656,154	70,6504	81980,9
Σx_i	156,44	250,936	68,242	120,614	81,567	88,971	106,633	104,401	98,0245	32,3725	1108,2
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	24473,5	62968,9	4656,97	14547,7	6653,18	7915,84	11370,6	10899,5	9608,8	1047,98	1228109
$(\Sigma x)^2/n$	1631,56	4197,93	310,465	969,849	443,545	527,723	758,04	726,635	640,587	69,8653	81873,9
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,59055	3,11224	0,65599	0,6944	0,29833	0,35589	0,32643	0,26869	1,11196	0,05608	7,63935
s	0,76847	1,76415	0,80993	0,83331	0,5462	0,59656	0,57134	0,51835	1,05449	0,23681	2,76394
V	7,4%	10,5%	17,8%	10,4%	10,0%	10,1%	8,0%	7,4%	16,1%	11,0%	3,7%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,42557	0,97696	0,44852	0,46147	0,30248	0,33037	0,3164	0,28705	0,58396	0,13114
10%	ERRO (%)	4,08%	5,84%	9,86%	5,74%	5,56%	5,57%	4,45%	4,12%	8,94%	6,08%
	n' =										

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
Média	4,8312	9,31633	6,39747	22,8705	5,16713	41,0545	3,1562	25,9847	2,97	10,611	9,97553	142,335
Σx_i^2	351,939	1333,7	618,523	7910,11	408,611	25285,4	153,451	10140	134,956	1697,2	1497,07	304101
Σx_i	72,468	139,745	95,962	343,057	77,507	615,818	47,343	389,771	44,55	159,165	149,633	2135,02
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	5251,61	19528,7	9208,71	117688	6007,34	379232	2241,36	151921	1984,7	25333,5	22390	4558306
$(\Sigma x)^2/n$	350,107	1301,91	613,914	7845,87	400,489	25282,1	149,424	10128,1	132,314	1688,9	1492,67	303887
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,13084	2,271	0,32922	4,58826	0,58016	0,23661	0,28761	0,84695	0,18878	0,59262	0,31423	15,2762
s	0,36171	1,50698	0,57378	2,14202	0,76169	0,48643	0,53629	0,9203	0,43449	0,76982	0,56056	3,90848
V	7,5%	16,2%	9,0%	9,4%	14,7%	1,2%	17,0%	3,5%	14,6%	7,3%	5,6%	2,7%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,20031	0,83454	0,31775	1,18621	0,42181	0,26938	0,29699	0,50964	0,24061	0,42631	0,31043
5%	ERRO (%)	4,15%	8,96%	4,97%	5,19%	8,16%	0,66%	9,41%	1,96%	8,10%	4,02%	3,11%
	n' =											

Tabela A 66 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Chuveiro Termostático Automil

Tabela A 67 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo faz limpeza e inspeção visual	OP1	T01
	Pega no inversor e coloca-o no corpo		
	Coloca o corpo no módulo		
	Carrega no pedal e aperta as sed's e as porcas	OP2	T02
	Agarra a máquina e aperta o inversor	OP3	T03
	Pega no corpo e coloca-o no suporte giratório	OP4	T04
	Pega na aplicação do inversor, coloca-o no corpo, dá uma martelada e roda o		
	Pega na aplicação coloca-a, aperta-a e roda o módulo		
	Pega no cartuxo e coloca-o no corpo		
	Pega no anel roscado e coloca-o no corpo		
	Pega nas sedes e nas porcas e coloca-as no módulo para o corpo seguinte	OP5	T05
	Pega no corpo, retira o anterior e coloca-o actual no 1º módulo de testes	OP6	T06
	Carrega nos botões e inicia o teste	OP7	T07
	Pega no corpo e coloca-o no 2º módulo de testes (teste de água)	OP8	T08
	Carrega no botão e inicia o 2º teste neste módulo	OP9	T09
	Pega na aplicação do castelo e coloca-a	OP10	T10
	Coloca a temperatura a 38º		
	Carrega nos botões e inicia a secagem (operação partilhada)	OP11	T11
	Pega no manípulo e coloca-o no corpo (operação partilhada)	OP12	T12
	Pega no parafuso e numa anilha e coloca-os no manípulo		
	Aperta o parafuso		
	Pega na tampa e coloca-a		
2º OPERADOR	Carrega nos botões e inicia a secagem (operação partilhada)	OP13	T13
	Pega no manípulo e coloca-o no corpo (operação partilhada)	OP14	T14
	Pega no parafuso e numa anilha e coloca-os no manípulo		
	Aperta o parafuso		
	Pega na tampa e coloca-a		
	Pega no corpo e coloca-o no suporte seguinte	OP15	T15
	Pega na válvula anti-retorno e coloca-a no corpo	OP16	T16
	Pega no manípulo e coloca-o no corpo		
	Pega no parafuso coloca-o e aperta-o	OP17	T17
	Pega na tampa e coloca-a no manípulo		
	Pega no pano e efetua a limpeza a torneira	OP18	T18
	Pega no saco e coloca a torneira dentro do saco	OP19	T19
	Pega num pano e limpa a torneira no lado interior		
	Pega e coloca os crivos e as tampas coloridas	OP20	T20
	Fecha o saco e coloca-o no acondicionador que está na bancada		
3º OPERADOR	Pega numa nova caixa e monta-a	OP21	T21
	Pega no acondicionador com a torneira e coloca na caixa	OP22	T22
	Pega na pré-montagem e coloca-a na caixa		
	Pega num outro acondicionador e coloca-o na caixa	OP23	T23
	Pega nos TPI's e coloca-os na caixa	OP24	T24
	Coloca a mão sobre a parte superior da caixa e fecha-a	OP25	T25
	Pega na caixa coloca na prensa		
	Pega na caixa e coloca-a num monte		
	Pega no monte de caixas e coloca-a na palete	OP26	T26
	Pega no acondicionador e pausa-o na bancada	OP27	T27

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela A 68 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 11


	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo m/z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot t_i$	Tipo de Tempo	(ε %)	N'																	
							$\sum t_i / n$	\bar{t}_i																																									
Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Limpeza, inspeção e colocação do inversor				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							1650	110	10,86	6,3%																		
								ti	7,68	8,42	9,89	8,00	10,34	11,37	10,47	10,60	10,45	10,65	8,72	10,82	10,25	10,67	9,83					148,15	9,88																				
								F	8	12	222	324	437	542	656	773	891	998	1104	1214	1329	1444	1553					15																					
	2	Aperto das sedes e das porcas				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					1760	110	3,50	6,3%																		
								ti	3,57	3,08	2,56	3,13	3,04	2,77	3,26	3,44	3,95	3,22	3,23	3,40	2,48	3,46	2,92	3,39					50,90				3,18																
								F	11	15	224	327	440	545	659	776	895	1001	1107	1217	1332	1447	1556	1655					16																				
	3	Aperto do inversor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1600	100	2,56	9,6%																		
								ti	3,11	3,23	2,30	2,46	2,32	3,10	2,72	2,53	1,97	2,02	2,87	2,67	2,03	2,13	2,19	3,39					4104				2,56																
								F	14	19	226	330	442	548	662	779	897	1003	1110	1220	1334	1449	1558	1659					16																				
	4	Colocação de vários componentes no suporte giratório				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					1650	110	22,43	5,4%																		
								ti	18,82	22,68	17,83	22,89	20,30	22,45	24,11	20,84	19,93	20,54	17,89	19,22	19,09	21,52	18,76					305,89	20,39																				
								F	33	141	244	352	463	571	686	800	915	1024	1128	1239	1353	1471	1577					15																					
	5	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					1650	110	5,19	9,7%																		
								ti	5,15	4,28	6,83	4,32	4,01	4,62	4,25	4,82	4,45	5,50	5,90	4,35	4,46	3,52	4,37					70,81	4,72																				
								F	38	146	251	357	467	575	690	805	920	1029	1134	1243	1357	1474	1581					15																					
	6	Colocação do corpo no 1º módulo de testes				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				1760	110	3,14	6,6%																		
								ti	3,00	3,19	2,43	2,01	2,98	2,53	3,16	3,29	2,68	2,76	3,12	2,82	3,23	2,49	2,87	3,18					45,73				2,86																
								F	41	149	254	359	470	578	693	808	923	1032	1137	1246	1361	1477	1584	1692					16																				
	7	1º Teste				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1500	100	26,35	0,5%																		
								ti	26,03	26,21	26,02	26,72	26,63	26,49	26,06	26,10	26,48	26,59	26,30	26,42	26,65	26,22	26,40					395,32	26,35																				
								F	67	175	280	386	496	604	719	834	949	1058	1163	1273	1387	1503	1610					15																					
	8	Colocação do corpo no teste de água				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					1650	110	3,03	8,9%																		
								ti	2,06	3,44	2,18	2,30	2,70	2,90	3,18	2,86	3,66	2,96	2,64	2,64	2,40	2,67	2,72					4128	2,75																				
								F	69	178	282	388	499	607	723	837	953	1061	1166	1275	1390	1506	1613					15																					
	9	2º Teste (teste de água)				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		1900	100	20,32	9,2%																		
								ti	15,52	16,73	17,36	20,98	14,08	17,79	23,42	25,26	17,76	15,51	18,61	26,54	19,54	22,24	24,51	18,54	23,15	22,01		386,17	20,32																				
								F	85	195	299	409	513	625	746	862	971	1077	1185	1302	1418	1525	1635	1686	1712	1735	1757	19																					
	10	Colocação da aplicação do castelo e regulação da temperatura				L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				1760	110	8,32	7,4%																		
								ti	9,03	6,89	6,90	7,71	8,38	10,39	6,85	7,74	6,90	6,57	7,64	6,32	7,51	8,25	6,86	7,07					12103				7,56																
								F	94	202	306	417	521	635	753	870	977	1083	1192	1308	1424	1534	1642	1694					16																				
	11	Iniciar a Secagem				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1500	100	10,06	3,8%																		
								ti	9,89	9,68	10,04	10,03	9,54	10,03	9,61	10,31	9,67	11,92	10,75	10,97	9,16	9,52	9,85					150,95	10,06																				
								F	104	212	316	427	531	645	762	880	987	1095	1203	1319	1433	1543	1652					15																					
Nº Ident.: AA00000 Folha 3 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	182255	t_z	103,9	107,8	104,3	110,5	104,3	114,4	117,1	117,8	106,9	108,2	107,7	116,2	113,9	110	109	41,541	18,54	23,15	22,01	1757	$\sum t_i$	115,8	$\sum t$																					
																														15	\bar{t}_z	110,1	$\sum t_z$	1652	s_z^2	22,1	s_z	4,70	V em %	4,3%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,6	(ε %)	2,4%	110,7
Erro amostral tolerado (ε %) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε %) =		2,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																																									

Tabela A 69 Tempos recolhidos e respectivos fatores de ritmo das operações 12 a 20


	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. ^a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L / n$	$\frac{L}{n}$	$t = \frac{L - L_i}{100}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'						
Z2 [V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação do 1º manipulo OP 12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{1600}{16}$	100	11,20	5,7%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{179,22}{16}$				11,20						
						ti	10,31	9,10	9,99	12,56	12,29	11,03	10,72	10,42	11,81	10,68	14,05	11,43	11,87	10,81	10,26	11,91					$\frac{179,22}{16}$	11,20										
	2	Iniciar a Secagem OP 13					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	10,06	3,8%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{500}{15}$	100										
						ti	9,89	9,68	10,04	10,03	9,54	10,03	9,61	10,31	9,67	11,92	10,75	10,97	9,16	9,52	9,85					$\frac{500,95}{15}$	10,06											
	3	Colocação do 1º manipulo OP 14					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{1600}{16}$	100	11,20	5,7%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{179,22}{16}$	11,20										
						ti	10,31	9,10	9,99	12,56	12,29	11,03	10,72	10,42	11,81	10,68	14,05	11,43	11,87	10,81	10,26	11,91					$\frac{179,22}{16}$	11,20										
	4	Colocar a torneira no suporte OP 15					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	3,42	8,4%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{5127}{15}$	3,42										
						ti	2,52	2,82	3,15	3,57	3,29	4,05	3,38	3,93	4,06	3,85	2,91	3,41	3,25	2,90	4,21					$\frac{5127}{15}$	3,42											
	5	Colocação da válvula anti-retorno e o manipulo OP 16					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	6,12	7,9%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{9175}{15}$	6,12										
						ti	7,36	5,02	6,03	7,31	4,93	5,04	6,84	4,86	5,73	6,13	6,46	5,84	7,03	6,84	6,33					$\frac{9175}{15}$	6,12											
	6	Colocação do parafuso e da tampa no manipulo OP 17					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	7,68	5,5%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{115,21}{15}$	7,68										
						ti	7,88	6,91	8,68	7,68	8,16	6,90	7,31	9,05	7,22	8,54	7,33	8,61	6,59	6,99	7,36					$\frac{115,21}{15}$	7,68											
	7	Limpeza e inspeção visual da torneira OP 18					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	10,95	6,7%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{164,23}{15}$	10,95										
						ti	11,09	10,14	10,53	11,60	9,55	8,73	9,89	11,82	10,35	9,28	13,41	12,36	11,12	11,90	12,49					$\frac{164,23}{15}$	10,95											
	8	Colocação da torneira num saco e limpeza do lado interior OP 19					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	6,26	5,2%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{93,92}{15}$	6,26										
						ti	6,07	5,03	6,61	5,98	5,76	6,91	5,63	7,17	6,53	5,90	6,35	7,03	6,85	6,15	5,98					$\frac{93,92}{15}$	6,26											
	9	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira dentro do saco no acondicionador OP 20					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$\frac{500}{15}$	100	9,48	5,7%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					$\frac{142,20}{15}$	9,48										
						ti	9,18	9,75	9,03	8,18	8,29	9,67	9,07	8,88	11,52	9,36	10,25	9,85	8,37	11,25	9,55					$\frac{142,20}{15}$	9,48											
	10																																					
						L																																
						ti																																
	11																																					
						L																																
						ti																																
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	87504	t_z	74,61	67,55	74,05	79,46	74,09	73,38	73,18	76,86	78,69	76,31	85,54	80,92	76,09	77,16	76,28	23,82						1168	$\sum t_i$	76,4	$\sum t$								
			\bar{t}_z	76,3	$\sum t_z$	1144	S_z^2	16,5	S_z	4,06	V em %	5,3%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	2,2	(ε%)	2,9%	76,4																	
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		2,9%		Número de medições adicionais a efectuar =																											

Tabela A 70 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 21 a 27

<div>GROHE</div>	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	$\frac{\bar{L}}{t_i}$	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	Nº						
ZZ[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Montar nova caixa OP 21					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	6,98	5,4%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{104,70}{15}$				6,98						
						ti	6,10	5,89	7,13	6,31	6,35	6,96	7,85	8,17	7,20	6,46	7,49	7,94	7,21	6,79	6,86																	
	2	Colocar o acondicionador com a toneira e uma pré montagem na caixa OP 22					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	4,63	4,4%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{69,48}{15}$				4,63						
						F	11	44	76	106	138	172	206	241	274	308	342	376	410	443	476																	
	3	Colocar outro acondicionador na caixa OP 23					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	3,49	5,6%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{52,38}{15}$				3,49						
						F	14	47	79	110	141	175	210	245	278	312	345	379	414	446	479																	
	4	Colocar TPI's na caixa OP 24					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	4,39	5,0%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{65,81}{15}$				4,39						
						ti	4,88	4,38	4,15	4,19	4,92	4,86	3,60	4,87	4,69	4,27	4,19	4,10	4,48	4,34	3,90																	
	5	Fechar a caixa e colocá-la num monte OP 25					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	9,39	4,2%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{140,85}{15}$				9,39						
						ti	9,53	8,20	8,93	9,19	9,71	9,12	10,83	8,36	9,75	9,12	9,04	10,49	9,54	10,10	8,96																	
	6	Colocar monte de caixas na paleta OP 26					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	2,30	9,9%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{34,43}{15}$				2,30						
						F	31	62	94	125	159	191	226	261	295	328	361	396	430	462	494																	
	7	Colocar o acondicionador da toneira em cima da bancada OP 27					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						$\frac{500}{15}$	100	1,92	4,9%								
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						$\frac{28,86}{15}$				1,92						
						ti	1,77	2,12	1,75	1,96	2,10	1,78	2,18	1,81	1,73	1,84	1,86	2,01	1,71	2,11	2,13																	
	8																																					
						L																																
						ti																																
	9																																					
						L																																
						ti																																
	10																																					
						L																																
						ti																																
	11																																					
						L																																
						ti																																
Nº Ident.: AA0000 Folha 9 de 18 Folhas	Estatística	n	$\sum t_z^2$	16464	t_z	33,24	31	31,73	30,63	34,47	31,99	35,11	34,2	34,82	32,7	33,15	34,8	34,03	32,66	31,98							497	$\sum t_i$	33,1	$\sum t$								
			15	\bar{t}_z	33,1	$\sum t_z$	497	S_z^2	2,1	S_z	1,44	V em %	4,4%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	0,8	(ε%)	2,4%	33,1														
			Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		2,4%		Número de medições adicionais a efectuar =																											

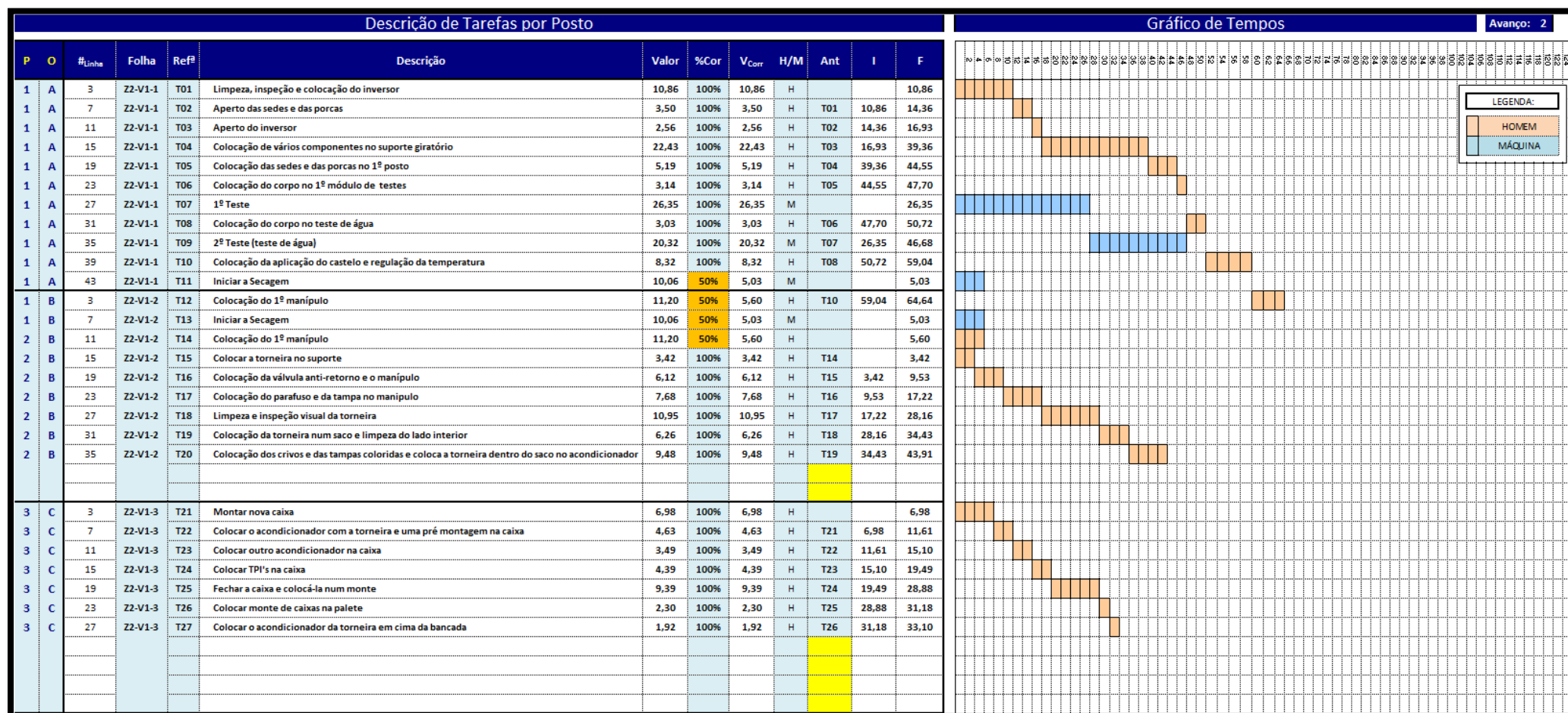
Tabela A 71 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	
	Média	9,87653	3,18094	2,56494	20,3925	4,72073	2,85788	26,3549	2,752	20,3248	7,56406	10,0635	110,135
	$\sum x_i^2$	1480,94	164,032	108,498	6292,23	343,867	132,583	10419,5	116,329	8120,15	931,866	1525,88	182255
	$\sum x_i$	148,148	50,895	41,039	305,887	70,811	45,726	395,323	41,28	386,172	121,025	150,953	1652,02
	n=	15	16	16	15	15	16	15	15	19	16	15	15
	$(\sum x_i)^2$	21947,8	2590,3	1684,2	93566,9	5014,2	2090,87	156280	1704,04	149129	14647,1	22786,8	2729173
	$(\sum x)^2/n$	1463,19	161,894	105,262	6237,79	334,28	130,679	10418,7	113,603	7848,88	915,441	1519,12	181945
	n-1=	14	15	15	14	14	15	14	14	18	15	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,06667	0,06667	0,07143	0,07143	0,06667	0,07143	0,07143	0,05556	0,06667	0,07143	0,07143
	S^2	1,26768	0,14255	0,21572	3,8887	0,68478	0,12693	0,05741	0,19471	15,0705	1,09502	0,48301	22,1297
	s	1,12591	0,37756	0,46446	1,97198	0,82752	0,35627	0,2396	0,44126	3,88207	1,04643	0,69499	4,70422
	V	11,4%	11,9%	18,1%	9,7%	17,5%	12,5%	0,9%	16,0%	19,1%	13,8%	6,9%	4,3%
	f=	14	15	15	14	14	15	14	14	18	15	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,13145	2,13145	2,14479	2,14479	2,13145	2,14479	2,14479	2,10092	2,13145	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,62351	0,20119	0,24749	1,09204	0,45826	0,18984	0,13269	0,24436	1,8711	0,5576	0,38487	2,60511
10%	ERRO (%)	6,31%	6,32%	9,65%	5,36%	9,71%	6,64%	0,50%	8,88%	9,21%	7,37%	3,82%	5%
	n' =												

		T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
	Média	11,2015	10,0635	11,2015	3,4182	6,1166	7,6806	10,9485	6,26147	9,47973	76,2772
	$\sum x_i^2$	2028,91	1525,88	2028,91	178,987	571,785	893,087	1822,53	592,974	1361,3	87504,2
	$\sum x_i$	179,224	150,953	179,224	51,273	91,749	115,209	164,228	93,922	142,196	1144,16
	n=	16	15	16	15	15	15	15	15	15	15
	$(\sum x_i)^2$	32121,2	22786,8	32121,2	2628,92	8417,88	13273,1	26970,8	8821,34	20219,7	1309098
	$(\sum x)^2/n$	2007,58	1519,12	2007,58	175,261	561,192	884,874	1798,06	588,089	1347,98	87273,2
	n-1=	15	14	15	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,06667	0,07143	0,06667	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	S^2	1,42217	0,48301	1,42217	0,2661	0,75666	0,58665	1,74848	0,34891	0,95131	16,5034
	s	1,19255	0,69499	1,19255	0,51585	0,86986	0,76593	1,3223	0,59069	0,97535	4,06244
	V	10,6%	6,9%	10,6%	15,1%	14,2%	10,0%	12,1%	9,4%	10,3%	5,3%
	f=	15	14	15	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,13145	2,14479	2,13145	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,63546	0,38487	0,63546	0,28567	0,48171	0,42416	0,73227	0,32711	0,54013	2,2497
10%	ERRO (%)	5,67%	3,82%	5,67%	8,36%	7,88%	5,52%	6,69%	5,22%	5,70%	5%
	n' =										

		T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	
	Média	6,97993	4,63167	3,49207	4,3874	9,3902	2,29544	1,92383	33,1005
	$\sum x_i^2$	737,389	323,674	184,689	290,918	1329,9	81,4017	55,9193	16463,8
	$\sum x_i$	104,699	69,475	52,381	65,811	140,853	34,4316	28,8575	496,508
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\sum x_i)^2$	10961,9	4826,78	2743,77	4331,09	19839,6	1185,53	832,755	246520
	$(\sum x)^2/n$	730,792	321,785	182,918	288,739	1322,64	79,0356	55,517	16434,7
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	S^2	0,47118	0,1349	0,12648	0,15563	0,51897	0,16901	0,02873	2,08016
	s	0,68642	0,36729	0,35565	0,3945	0,7204	0,4111	0,16951	1,44227
	V	9,8%	7,9%	10,2%	9,0%	7,7%	17,9%	8,8%	4,4%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,38013	0,2034	0,19695	0,21847	0,39894	0,22766	0,09387	0,79871
10%	ERRO (%)	5,45%	4,39%	5,64%	4,98%	4,25%	9,92%	4,88%	5%
	n' =								

Tabela A 72 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



- Chuveiro Termostático Rainshower

Tabela A 73 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo e coloca no módulo de aperto das porcas e das sedes	OP1	T01
	Carrega no pedal e aperta as porcas e as sedes		
	Coloca a mão na máquina e aperta o castelo	OP2	T02
	Pega no corpo e coloca-o no módulo giratório	OP3	T03
	Pega nas porcas e nas sedes e coloca-os no módulo inicial		
	Pega na manga cinzenta e coloca-a no corpo	OP4	T04
	Pega no stop azul de plástico e coloca-o		
	Pega no manípulo e coloca-o		
	Pega no parafuso, coloca-o e aperta-o		
	Roda o módulo giratório		
	Pega no casquilho cromado, coloca-o e aperta-o	OP5	T05
	Pega no vedante e coloca-o	OP6	T06
	Pega no casquilho pré-montado, coloca-o e aperta-o		
	Roda o módulo giratório		
	Pega no cartuxo termostático e coloca-o	OP7	T07
	Pega na porca M36 e coloca-a		
	Aperta o cartuxo		
	Pega na torneira	OP8	T08
	Retira a torneira anterior do teste de água e poussa-a na bancada		
	Coloca a nova torneira no teste de ar		
	Carrega nos botões e inicia o teste de ar	OP9	T09
2º OPERADOR	Pega na torneira e coloca-a no teste de água	OP10	T10
	Carrega nos botões e inicia o teste de água	OP11	T11
	Coloca a temperatura a 38°	OP12	T12
	Coloca os autocolantes coloridos	OP13	T13
	Carrega nos botões e inicia a secagem	OP14	T14
	Pega no manípulo e coloca-o	OP15	T15
	Pega no parafuso com anilha, coloca-os e aperta-os		
	Pega na tampa e coloca-a		
	Pega na torneira e coloca-a no suporte seguinte	OP16	T16
	Pega na válvula anti-retorno e coloca-a		
	Pega na tampa do manípulo e coloca-a		
	Pega no pano e efetua a limpeza a torneira	OP17	T17
	Pega no saco e coloca a torneira dentro do saco	OP18	T18
	Coloca a torneira num cesto		
	Pega e coloca-o por cima do cesto	OP19	T19
	Pega no e coloca-o por cima do cesto		
	Pega no cesto e coloca-o na paleta		
	Pega no adaptador	OP20	T20
	Coloca banha no adaptador		
	Coloca o disco no lado da banha		
	Pega no corpo e prensa-o por cima do adaptador		
	Coloca o silenciador		
	Pega e coloca o castelo inversor		
	Pousa o corpo no suporte		

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela A 74 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 9

Z2[V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Aperto das sedes e das porcas	OP 1				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1500	100	4,36	4,6%						
								ti	4,27	4,39	3,58	4,30	4,52	3,82	4,83	4,58	4,58	3,92	4,32	4,29	4,81	4,50	4,75												65,46	4,36	
									F	4	96	179	268	357	445	530	620	707	797	887	973	1062	1151	1238												5	
	2	Aperto do castelo inversor	OP 2				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1500	100	1,48	7,0%						
								ti	163	154	166	109	170	137	162	182	143	142	152	137	149	127	131												22,23	148	
									F	6	97	181	269	359	446	532	622	708	798	889	974	1064	1152	1240												5	
	3	Colocação do corpo no módulo giratório e das porcas e das sedes no primeiro módulo	OP 3				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	5,86	5,0%					
								ti	5,41	5,16	4,98	6,41	5,37	4,83	5,43	5,31	5,63	6,46	5,42	6,46	5,66	5,43	5,75												83,70	5,58	
									F	11	102	186	276	364	451	537	627	714	805	894	980	1070	1157	1245												5	
	4	Colocação da manga cinzenta, stop azul e manipulo	OP 4				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	13,12	3,5%					
								ti	13,02	11,77	13,13	10,86	13,75	11,73	12,92	12,14	13,86	12,85	12,02	12,50	12,39	11,97	12,48												187,39	12,49	
									F	24	114	199	286	378	463	550	639	728	817	906	993	1082	1169	1258												5	
	5	Colocação e aperto do casquilho cromado	OP 5				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	4,45	6,8%					
								ti	3,83	3,55	4,48	4,36	3,96	4,09	3,67	4,10	4,28	4,63	3,34	5,06	4,77	4,37	5,10												63,58	4,24	
									F	28	116	204	291	382	467	554	643	732	822	909	998	1087	1174	1263												5	
	6	Colocação do vedante e do casquilho	OP 6				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	5,55	6,3%					
								ti	5,36	4,57	5,09	6,56	4,40	5,00	6,21	5,39	5,00	5,21	4,47	5,73	5,56	5,14	5,58												79,25	5,28	
									F	34	122	209	297	386	472	560	648	737	827	914	1004	1092	1179	1269												5	
	7	Colocação e aperto do cartucho e da porca M36	OP 7				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	9,36	6,7%					
								ti	10,94	8,22	10,16	9,48	8,56	8,76	8,07	8,67	10,32	10,04	8,73	7,26	9,09	8,05	7,41												133,76	8,92	
									F	44	130	219	307	395	480	568	657	747	837	923	1011	1101	1187	1276												5	
	8	Substitui a torneira do teste de ar	OP 8				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1575	105	4,36	5,5%					
								ti	4,68	4,50	3,41	3,84	4,73	3,91	4,66	4,04	3,47	3,90	4,32	4,25	3,98	4,35	4,29												62,32	4,15	
									F	49	135	222	311	399	484	573	661	751	841	927	1015	1105	1191	1280												5	
	9	Inicia o teste de ar	OP 9				L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1500	100	41,61	0,7%					
								ti	42,17	40,84	4147	4171	4139	4108	42,37	4115	4188	4165	4129	42,36	40,90	42,36	41,58												624,19	4161	
									F	91	176	264	352	441	525	615	702	793	883	968	1058	1146	1234	1322												5	
	10						L																														
								ti																													
									F																												
	11						L																														
								ti																													
									F																												
Estatística			n	$\sum t_z^2$	116548	t_z	91,3	84,53	87,97	88,61	88,37	84,59	89,78	87,2	90,44	90,07	85,42	89,28	88,65	87,44	88,25						1322	$\sum t_i$	90,2	$\sum t$							
			15	\bar{t}_z	88,1	$\sum t_z$	1322	s_z^2	4,1	s_z	2,04	V em %	2,3%	(s) = 95%	(a) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(s)	1,1	(s%)	1,3%						88,1										
Erro amostral tolerado (s%) ≤						5%	Erro amostral Obtido (s%) =						1,3%	Número de medições adicionais a efectuar =																							

Tabela A 75 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 10 a 20


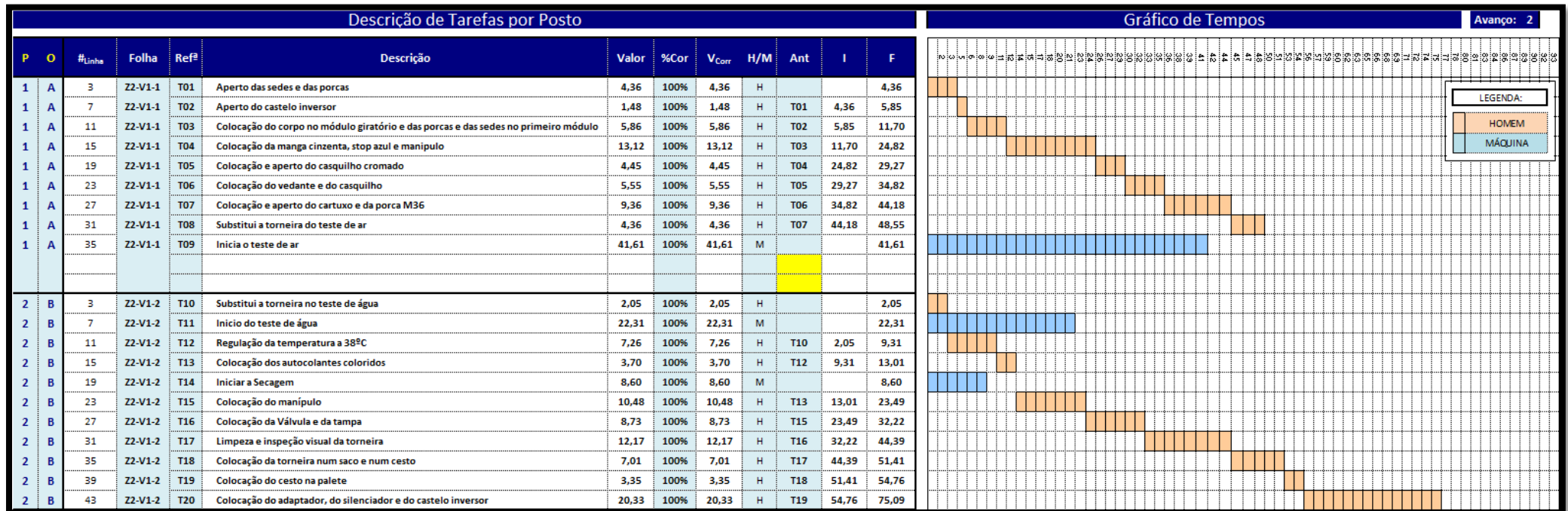
	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\overline{L}	$t = \frac{\overline{L}}{100} \cdot t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'	
						mz																											
ZZ [V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Substitui a torneira no teste de água				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							500	100	2,05		9,0%	
						ti	2,36	2,22	1,38	2,44	2,32	1,52	1,72	1,99	2,16	1,95	1,84	1,96	2,49	2,32	2,11							30,75	2,05				
						F	2	114	227	326	435	539	636	739	848	953	1059	1167	1271	1385	1489							5					
	2	Início do teste de água				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		900	100	22,31		7,7%	
						ti	25,52	26,73	17,36	20,98	19,08	17,79	23,42	25,26	17,76	28,19	18,61	26,54	26,62	19,54	22,24	24,51	18,54	23,15	22,01		423,85	22,31					
						F	28	140	244	347	454	556	659	764	866	981	1077	1184	1297	1405	1511	1616	1734	1857	1979		9						
	3	Regulação da temperatura a 38°C				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						500	100	7,26		6,9%	
						ti	9,03	6,89	6,90	7,71	8,38	5,39	6,85	7,74	6,90	6,57	7,64	6,32	7,51	8,25	6,86							108,95	7,26				
						F	37	147	251	355	463	562	666	772	873	988	1085	1190	1305	1413	1518							5					
	4	Colocação dos autocolantes coloridos				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	3,70		6,0%	
						ti	3,87	3,97	3,61	4,47	3,05	3,78	3,46	3,16	3,31	3,59	3,41	4,10	3,99	4,21	3,49							55,46	3,70				
						F	41	151	255	359	466	565	670	775	876	991	1088	1184	1309	1417	1521							5					
	5	Iniciar a Secagem				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	8,60		1,5%	
						ti	8,26	8,80	8,27	8,54	8,73	8,32	8,82	8,90	8,50	8,72	8,61	8,85	8,87	8,37	8,42							128,98	8,60				
						F	49	160	263	368	474	574	678	784	884	1000	1097	1203	1318	1426	1530							5					
	6	Colocação do manipulô				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	10,48		3,2%	
						ti	10,03	10,49	9,97	11,63	10,10	10,21	9,32	10,91	11,43	10,90	10,75	10,69	10,55	10,32	9,89							157,18	10,48				
						F	59	170	273	380	485	584	688	794	896	1011	1108	1214	1328	1436	1539							5					
	7	Colocação da Válvula e da tampa				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	8,73		7,1%	
						ti	8,49	7,89	9,31	9,25	7,14	7,54	8,37	11,21	10,97	7,94	8,55	8,45	8,39	8,91	8,54							130,96	8,73				
						F	68	178	282	389	492	592	696	806	907	1019	1116	1222	1337	1445	1548							5					
8	Limpeza e inspeção visual da torneira				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	12,17		4,9%		
					ti	12,95	12,57	10,90	12,25	13,20	11,60	11,55	11,27	13,19	10,66	11,38	14,59	12,65	11,28	12,57							182,61	12,17					
					F	81	191	293	401	505	603	708	817	920	1029	1128	1237	1349	1456	1561							5						
9	Colocação da torneira num saco e num cesto				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	7,01		9,0%		
					ti	7,38	8,97	6,35	6,95	8,56	6,74	6,13	5,69	6,55	4,92	6,02	7,35	8,60	7,63	7,37							105,22	7,01					
					F	88	200	299	408	513	610	714	823	927	1034	1134	1244	1358	1464	1568							5						
10	Colocação do cesto na paleta				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	3,35		4,8%		
					ti	3,72	3,22	3,52	3,47	3,11	3,71	3,04	3,13	3,57	3,29	3,24	3,51	3,73	2,69	3,37							50,32	3,35					
					F	92	203	303	411	517	614	717	826	930	1038	1137	1248	1362	1466	1571							5						
11	Colocação do adaptador, do silenciador e do castelo inversor				L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					500	100	20,33		2,6%		
					ti	19,69	22,22	20,91	21,43	20,45	20,45	19,80	19,96	20,72	19,24	18,39	20,79	21,17	19,97	19,75							304,95	20,33					
					F	111	225	324	433	537	634	737	846	951	1057	1155	1268	1383	1486	1591							5						
Nº Ident.: AA0000 Folha 6 de 16 Folhas	Estatística		n	$\sum z^2$	169213				t_z	111,3	114	98,48	109,1	104,1	97,05	102,5	109,2	105,1	106	98,45	113,2	114,6	103,5	104,6	24,513	18,54	23,15	22,01	1679		$\sum t_i$	106,0	$\sum t$
				$\overline{t_z}$	106,1	$\sum t_z$	1591	S_z^2		32,5	S_z	5,70	V em %		5,4%	$(\delta) = 95\%$	$(\alpha) = 5\%$	$t_{(a/2;n-1)}$		2,14	(ϵ)	3,2	$(\epsilon\%)$	3,0%	106,0								
Erro amostral tolerado (ε%) ≤				5%		Erro amostral Obtido (ε%) =				3,0%				Número de medições adicionais a efectuar =																			

Tabela A 76 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	
Média	4,36393	1,48167	5,58027	12,4923	4,23893	5,28333	8,91727	4,15467	41,6125	88,1249
Σx_i^2	287,482	33,4256	470,674	2349,74	273,375	423,753	1209,2	261,274	25977,9	116548
Σx_i	65,459	22,225	83,704	187,385	63,584	79,25	133,759	62,32	624,188	1321,87
n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	4284,88	493,951	7006,36	35113,1	4042,93	6280,56	17891,5	3883,78	389611	1747351
$(\Sigma x)^2/n$	285,659	32,93	467,091	2340,88	269,528	418,704	1192,76	258,919	25974	116490
n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,1302	0,03539	0,25596	0,63291	0,27476	0,36065	1,17429	0,1682	0,27666	4,14376
s	0,36083	0,18813	0,50593	0,79555	0,52418	0,60054	1,08365	0,41013	0,52598	2,03562
V	8,3%	12,7%	9,1%	6,4%	12,4%	11,4%	12,2%	9,9%	1,3%	2,3%
f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,19982	0,10418	0,28017	0,44056	0,29028	0,33257	0,6001	0,22712	0,29128
10%	ERRO (%)	4,58%	7,03%	5,02%	3,53%	6,85%	6,29%	6,73%	5,47%	0,70%
	n' =									

	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
Média	2,05027	22,3081	7,26347	3,6974	8,5986	10,4785	8,73087	12,1742	7,01473	3,35443	20,3298	106,068
Σx_i^2	64,5939	9685,22	802,979	207,337	1109,79	1652,1	1160,98	2239,12	756,256	169,978	6211,98	169213
Σx_i	30,754	423,853	108,952	55,461	128,979	157,178	130,963	182,613	105,221	50,3164	304,947	1591,03
n=	15	19	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$(\Sigma x_i)^2$	945,809	179651	11870,5	3075,92	16635,6	24704,9	17151,3	33347,5	11071,5	2531,74	92992,7	2531368
$(\Sigma x)^2/n$	63,0539	9455,34	791,369	205,062	1109,04	1646,99	1143,42	2223,17	738,097	168,783	6199,51	168758
n-1=	14	18	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/(n-1)	0,07143	0,05556	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
s ²	0,11	12,7712	0,82924	0,16256	0,05344	0,36489	1,25412	1,13932	1,29707	0,08535	0,89037	32,5061
s	0,33167	3,57368	0,91063	0,40319	0,23118	0,60406	1,11987	1,06739	1,13889	0,29215	0,9436	5,70141
V	16,18%	16,02%	12,54%	10,90%	2,69%	5,76%	12,83%	8,77%	16,24%	8,71%	4,64%	5,4%
f=	14	18	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tinv	2,14479	2,10092	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,18367	1,72246	0,50429	0,22328	0,12802	0,33452	0,62017	0,5911	0,6307	0,16179	0,52255
10%	ERRO (%)	8,96%	7,72%	6,94%	6,04%	1,49%	3,19%	7,10%	4,86%	8,99%	4,82%	2,57%
	n' =											

Tabela A 77 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



Anexo B. Planos de Formação

No presente anexo encontram-se todos os planos de formação de todos os produtos em que se poderá dar formação aos novos operadores ou aos operadores com pouca experiência, na linha de montagem universal. Os vários planos de formação encontram-se pela seguinte ordem:

- lavatório Avina;
- banheira Costa;
- banheira Smart / Style;
- chuveiro Smart / Style;
- banheira Essence;
- chuveiro Essence;
- lavatório Conceto;
- lavatório Style / Smart / Essence;
- cozinha Baixa - Start;
- cozinha Alta - Style;
- banheira Termostática Automil;
- chuveiro Termostático Automil;
- chuveiro Termostático Rainshower.

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	CA – Lavatório Avina (teste manual)	65880038		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	2

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família CA – Lavatório Avina (teste manual)	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação da torneira no posto seguinte do teste	O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar e apertar a cavilha
		O operador deverá colocar os dois tubos
		O operador deverá colocar os dois castelos
		O operador deverá efetuar o aperto dos castelos
		O operador deverá colocar os anéis de plástico
		O operador deverá fechar os castelos
		O operador deverá tamponar o corpo e abrir os castelos
		O operador deverá iniciar o 2º teste
		O operador deverá destampionar o corpo
		O operador deverá iniciar o 3º teste
		O operador deverá iniciar o 4º teste
		O operador deverá colocar a torneira no posto seguinte
	O 1º e o 2º operador deverão partilhar a operação de colocar os manípulos 33%/67% respetivamente	O operador deverá colocar os dois manípulos
	O 2º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá colocar as tampas nos manípulos
		O operador deverá colocar o emulsor
		O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a toneira num saco
		O operador deverá colocar o tirante na torneira
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior da caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI's e a torneira montada
		O operador deverá colocar a caixa na paleta

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas



CORPO

65880038

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Clássicas - Lavatório Avina (teste manual)**

Tipo Linha : **CA**

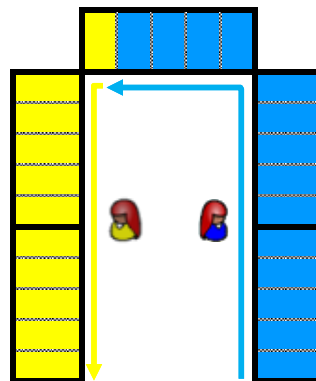
Distributivos: **22,90%**

Nº DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR

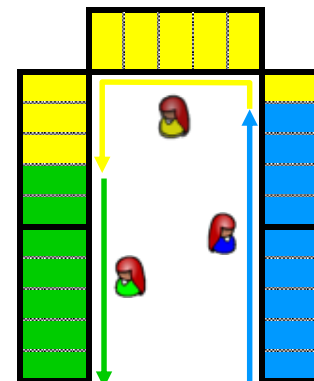
2 3

Operações a efectuar

2 OPERADORES



3 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
147,5

⇒ 2 Pessoas ⇒ Tciclo = **88,5** Seg

Turno [Min/H] **450 | 7,5**
Nº Operadoras **2**
Peças por Turno **305**
Peças por Hora **40**

Tciclo = **88,5** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck **102,1**
1ª Operadora **102,1**
2ª Operadora **102,1**

Unidade: segundos

Tempo por Turno **450 | 7,5**
Nº Operadoras **3**
Peças por Turno **457**
Peças por Hora **60**

Tciclo = **59,0** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck **68,3**
1ª Operadora **68,3**
2ª Operadora **68,3**
3ª Operadora **67,6**

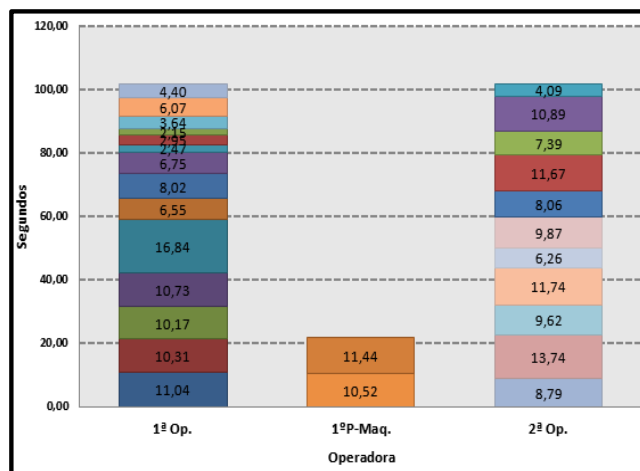
Unidade: segundos

LEGENDA:

1º Operador **2º Operador** **3º Operador**
Op. partilhadas **Op. de máquinas**

Unidade:
segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

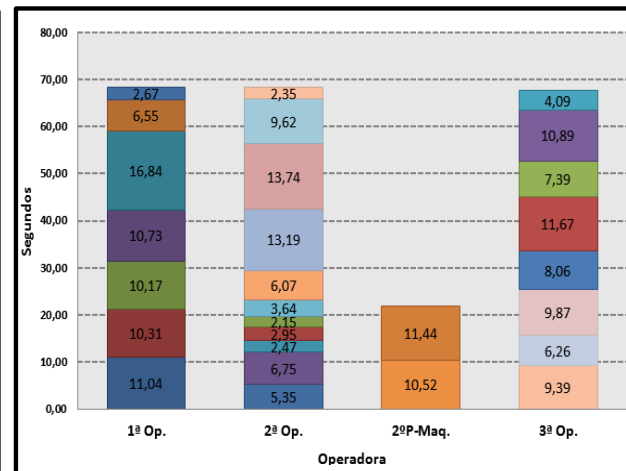


	1º	2º
Tempo Total por Operador	102,08	102,11
% de Tempos distributivos a considerar	22,9%	
Tempo do Operador com distributivos	125,46	125,49

A operação 16 "Colocação dos manipulós" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



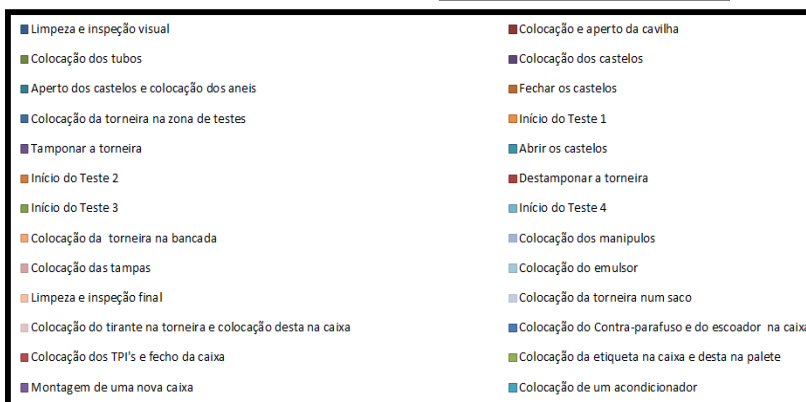
	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	68,31	68,27	67,60
% de Tempos distributivos a considerar	22,9%		
Tempo do Operador com distributivos	83,96	83,90	83,08

A operação 7 "Colocação da torneira na zona de testes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

A operação 19 "Limpeza e inspeção final" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 5
- 3º Operador --> 4 em 5





CORPO

65880038

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Clássicas - Lavatório Avina (teste manual)**

Tipo Linha : **CA**

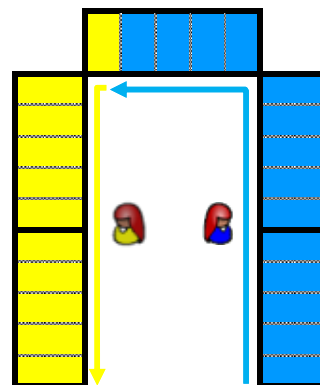
Nº DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR

Número de operadores

2 3

Operações a efectuar

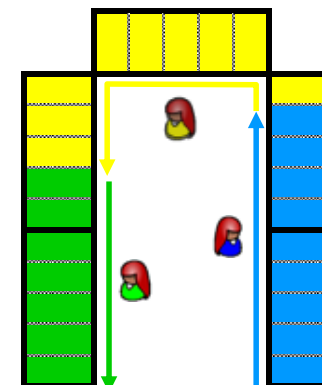
2 OPERADORES



A operação 16 "Colocação dos manípulos" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

3 OPERADORES



A operação 7 "Colocação da torneira na zona de testes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

A operação 19 "Limpeza e inspeção final" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 5
- 3º Operador --> 4 em 5

LEGENDA:

- 1º Operador
- 2º Operador
- 3º Operador
- Op. partilhadas
- Op. de máquinas

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	CO – Banheira Costa	65873138		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	2

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família CO – Banheira Costa	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação da torneira no posto seguinte do teste	O operador deverá colocar as porcas e as sedes no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar os dois castelos
		O operador deverá efetuar o aperto das porcas das sedes e dos castelos
		O operador deverá colocar o inversor e efetuar o aperto
		O operador deverá colocar o botão do inversor
		O operador deverá colocar o emulsor
		O operador deverá colocar um anel de plástico em cada castelo
		O operador deverá colocar a torneira no teste
		O operador deverá iniciar o 1º teste
		O operador deverá puxar o botão do inversor
		O operador deverá iniciar o 2º teste
		O operador deverá colocar a torneira no posto seguinte
	O 1º e o 2º operador deverão partilhar a operação de colocar os manípulos 33%/67% respetivamente	O operador deverá colocar os dois manípulos
	O 2º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá colocar as tampas nos manípulos
		O operador deverá colocar o casquilho
		O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior da caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada
		O operador deverá colocar a caixa na paleta

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas



CORPO

65873138

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Clássicas - Banheira Costa**

Tipo Linha : **CA**

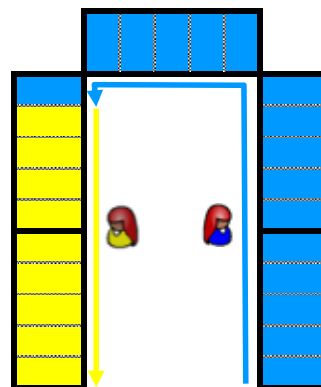
Distributivos: **22,90%**

Nº DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR

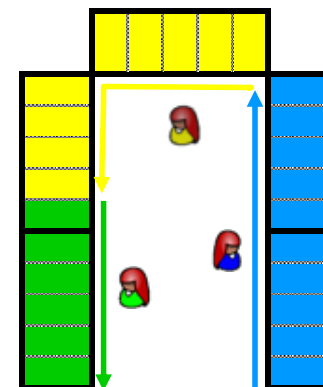
2 3

Operações a efectuar

2 OPERADORES



3 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
183,2

⇒ **2** Pessoas ⇒ **Tciclo = 109,9** Seg

Turno [Min/H] **450** **7,5**
Nº Operadoras **2**
Peças por Turno **245**
Peças por Hora **32**

Tciclo = 109,9 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck **65,4**
1ª Operadora **65,4**
2ª Operadora **64,7**

Unidade: segundos

Tempo por Turno **450** **7,5**
Nº Operadoras **3**
Peças por Turno **368**
Peças por Hora **49**

Tciclo = 73,3 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck **45,1**
1ª Operadora **43,5**
2ª Operadora **38,6**
3ª Operadora **45,1**

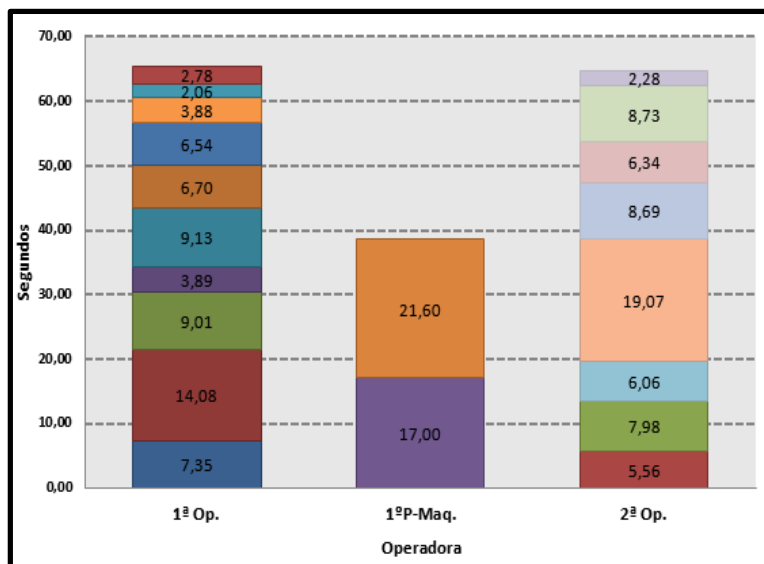
Unidade: segundos

LEGENDA:

1º Operador **Op. partilhadas**
2º Operador **Op. de máquinas**
3º Operador

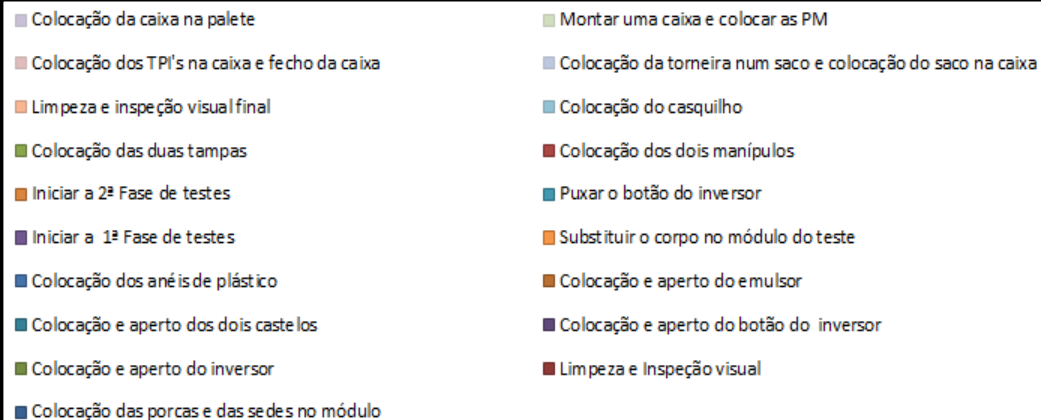
Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

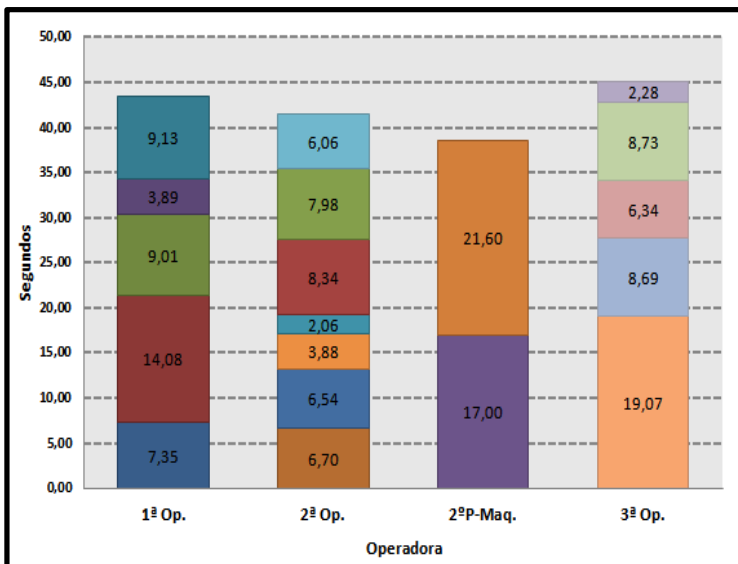


A operação 12 "Colocação dos dois manípulos" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3



BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES





CORPO

65873138

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Clássicas - Banheira Costa**

Tipo Linha : **CA**

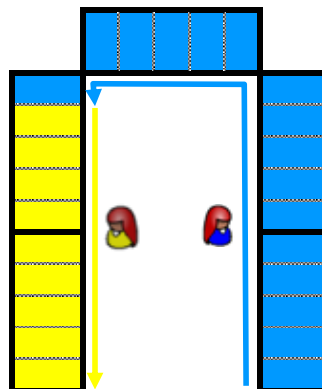
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores	
		2	3
01	Colocação das porcas e das sedes no módulo		
02	Limpeza e Inspeção visual		
03	Colocação e aperto do inversor		
04	Colocação e aperto do botão do inversor		
05	Colocação e aperto dos dois castelos		
06	Colocação e aperto do emulsor		
07	Colocação dos anéis de plástico		
08	Substituir o corpo no módulo do teste		
09	Iniciar a 1ª Fase de testes		
10	Puxar o botão do inversor		
11	Iniciar a 2ª Fase de testes		
12	Colocação dos dois manípulos		
13	Colocação das duas tampas		
14	Colocação do casquilho		
15	Limpeza e inspeção visual final		
16	Colocação da torneira num saco e colocação do saco na caixa		
17	Colocação dos TPI's na caixa e fecho da caixa		
18	Montar uma caixa e colocar as PM		
19	Colocação da caixa na palete		
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

LEGENDA :

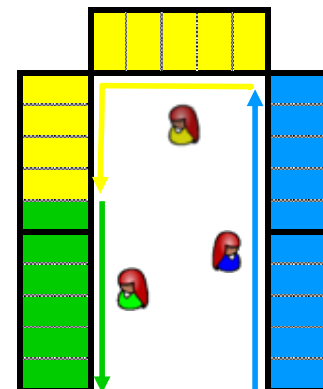
<div></div> 1º Operador	<div></div> Op. partilhadas
<div></div> 2º Operador	<div></div> Op. de máquinas
<div></div> 3º Operador	

Operações a efectuar

2 OPERADORES



3 OPERADORES



A operação 12 "Colocação dos dois manípulos" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	BC – Banheira Smart / Style	64132138		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

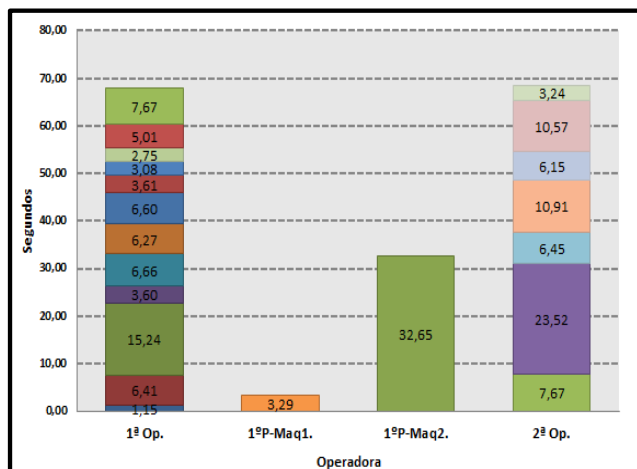
META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família BC – Banheira Smart / Style	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até iniciar o aperto do cartuxo	O operador deverá colocar banha nos inversores
		O operador deverá colocar o inversor no corpo, as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo no módulo e apertar as sedes e as porcas
		O operador deverá colocar o corpo no módulo e apertar o inversor
		O operador deverá colocar o botão do inversor
		O operador deverá colocar e apertar o emulsor
		O operador deverá colocar o corpo no módulo do cartuxo, colocar o cartuxo, o disco, os parafusos e efetuar o aperto
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do tampão	O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a torneira num suporte e colocar a tampa roscada no cartuxo
		O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
	O 2º e o 3º operador deverão partilhar as operações de inspeção/limpeza final e a de colocar a torneira num saco 50%/50% respetivamente	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior da caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada.
		O operador deverá fechar a caixa e colocá-la na paleta

LEGENDA: ■ 1º Operador ■ 2º Operador ■ 3º Operador ■ Op. partilhadas

<div><div>GROHE</div><div>ENJOY WATER®</div></div>		CORPO		DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES									
64132138		Número de operadores		Secção : Montagem		Modelo : Banheiras e Chuveiros - Banheira Smart/Style		Tipo Linha : BC		Distributivos: 14,80%			
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR				Operações a efectuar									
		2	3	4	2 OPERADORES		3 OPERADORES		4 OPERADORES				
01	Colocação da banha nos inversores ainda na caixa	1,15	1,15	1,15									
02	Colocação porcas sedes e inversor no módulo	6,41	6,41	6,41									
03	Limpeza e inspeção visual do corpo	15,24	15,24	15,24									
04	Aperto das porcas e das sedes	3,60	3,60	3,60									
05	Aperto do inversor e colocação do botão do inversor	6,66	6,66	6,66									
06	Colocação do emulsor	6,27	6,27	6,27									
07	Colocação do cartuxo e restantes componentes	6,60	6,60	6,60									
08	Aperto do cartuxo	3,29	3,29	3,29									
09	Substituição do corpo no teste	3,61	3,61	3,61									
10	Início do teste	32,65	32,65	32,65									
11	Colocação do corpo no suporte	3,08	3,08	3,08									
12	Colocação da válvula antiretorno	2,75	2,75	2,75									
13	Colocação do O'ring e da tampa roscada	5,01	5,01	5,01									
14	Colocação da alavanca, do perno e do tampão	15,35	15,35	15,35									
15	Limpeza e inspeção visual final	23,52	23,52	23,52									
16	Colocação da torneira num saco	6,45	6,45	6,45									
17	Montar nova caixa e colocar etiqueta	10,91	10,91	10,91									
18	Colocação da torneira e da lig. Excent.	6,15	6,15	6,15									
19	Colocação dos TPI's e fecho da caixa	10,57	10,57	10,57									
20	Colocação das caixas na palete	3,24	3,24	3,24									
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
					STANDARD:		min/100peças 145,0		⇒ 3 Pessoas ⇒ Tciclo = 87,0 Seg				
					Turno [Min/H] 450 7,5		Tempo por Turno 450 7,5		Tempo por Turno 450 7,5				
					Nº Operadoras 2 3		Nº Operadoras 3 4		Nº Operadoras 4				
					Peças por Turno 206 310		Peças por Turno 310 41		Peças por Turno 413 55				
					Peças por Hora 27 41		Peças por Hora 41 55		Peças por Hora 55				
					Tciclo = 130,5 Seg		Tciclo = 87,0 Seg		Tciclo = 65,3 Seg				
					TEMPOS REAIS		TEMPOS REAIS		TEMPOS REAIS				
					Bottleneck 78,7		Bottleneck 52,7		Bottleneck 40,2				
					1ª Operadora 78,1		1ª Operadora 52,7		1ª Operadora 37,9				
					2ª Operadora 78,7		2ª Operadora 51,4		2ª Operadora 40,2				
							3ª Operadora 52,6		3ª Operadora 39,5				
									4ª Operadora 39,1				
					Unidade: segundos		Unidade: segundos		Unidade: segundos				
LEGENDA:													
1º Operador													
2º Operador													
3º Operador													
4º Operador													
Op. partilhadas													
Op. de máquinas													

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

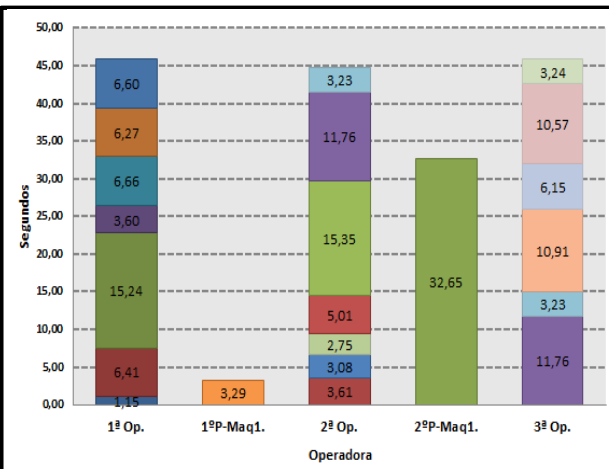


	1º	2º
Tempo Total por Operador	68,05	68,52
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%	
Tempo do Operador com distributivos	78,12	78,66

A operação 14 "Colocação da alavanca do perno e do tampão" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES

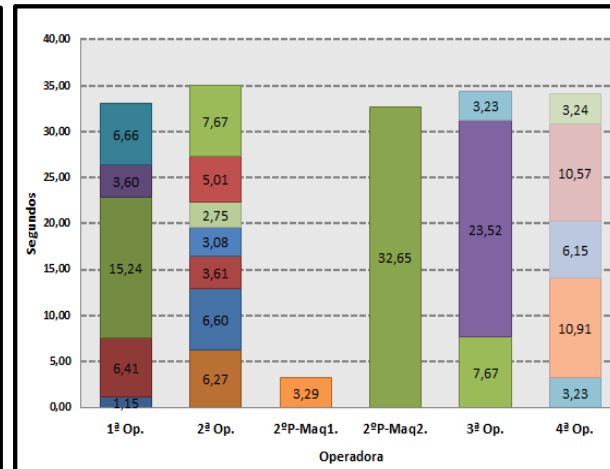


	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	45,92	44,78	45,86
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%		
Tempo do Operador com distributivos	52,72	51,41	52,65

As operações 15 e 16 "Limpeza e inspeção visual final" e "Colocação da toneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1º	2º	3º	4º
Tempo Total por Operador	33,05	34,99	34,41	34,10
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%			
Tempo do Operador com distributivos	37,94	40,17	39,50	39,15

A operação 14 "Colocação da alavanca do perno e do tampão" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

A operação 16 "Colocação da toneira num saco" é partilhada:

- 3º Operador --> 1 em 2
- 4º Operador --> 1 em 2

Colocação das caixas na paleta	Colocação dos TPI's e fecho da caixa
Colocação da toneira e da lig. Excent.	Montar nova caixa e colocar etiqueta
Colocação da toneira num saco	Limpeza e inspeção visual final
Colocação da alavanca, do perno e do tampão	Colocação do O'ring e da tampa roscada
Colocação da válvula antiretorno	Colocação do corpo no suporte
Início do teste	Substituição do corpo no teste
Aperto do cartuxo	Colocação do cartuxo e restantes componentes
Colocação do emulsor	Aperto do inversor e colocação do botão do inversor
Aperto das porcas e das sedes	Limpeza e inspeção visual do corpo
Colocação porcas sedes e inversor no módulo	Colocação da banha nos inversores ainda na caixa

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros - Banheira Smart/Style**

Tipo Linha : **BC**

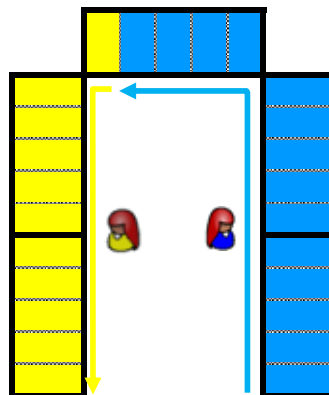
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores			
		2	3	4	
01	Colocação da banha nos inversores ainda na caixa				
02	Colocação porcas sedes e inversor no módulo				
03	Limpeza e inspeção visual do corpo				
04	Aperto das porcas e das sedes				
05	Aperto do inversor e colocação do botão do inversor				
06	Colocação do emulsor				
07	Colocação do cartuxo e restantes componentes				
08	Aperto do cartuxo				
09	Substituição do corpo no teste				
10	Início do teste				
11	Colocação do corpo no suporte				
12	Colocação da válvula antiretorno				
13	Colocação do O'ring e da tampa roscada				
14	Colocação da alavanca, do perno e do tampão				
15	Limpeza e inspeção visual final				
16	Colocação da torneira num saco				
17	Montar nova caixa e colocar etiqueta				
18	Colocação da torneira e da lig. Excent.				
19	Colocação dos TPI's e fecho da caixa				
20	Colocação das caixas na paleta				
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

LEGENDA:

■ 1º Operador	■ 4º Operador
■ 2º Operador	■ Op. partilhadas
■ 3º Operador	■ Op. de máquinas

Operações a efectuar

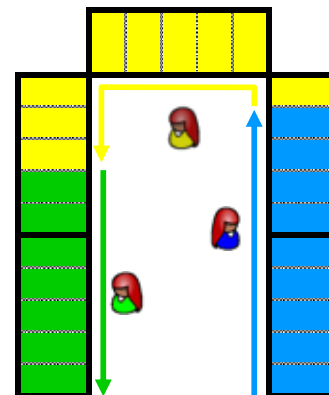
2 OPERADORES



A operação 14 "Colocação da alavanca do perno e do tampão" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

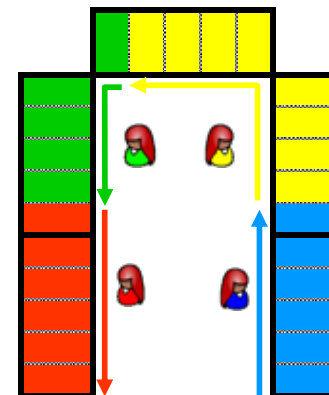
3 OPERADORES



As operações 15 e 16 "Limpeza e inspeção visual final" e "Colocação da torneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

4 OPERADORES



A operação 14 "Colocação da alavanca do perno e do tampão" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

A operação 16 "Colocação da torneira no saco" é partilhada:

- 3º Operador --> 1 em 2
- 4º Operador --> 1 em 2

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	BC – Chuveiro Smart / Style	11897038		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família BC – Chuveiro Smart / Style	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até ao início do teste	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo no módulo e apertar as sedes e as porcas
		O operador deverá colocar o corpo no módulo do cartuxo, colocar o cartuxo, o disco, os parafusos e efetuar o aperto
		O operador deverá retirar a torneira anterior da zona de testes e pousá-la na bancada
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação da torneira no saco	O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a torneira num suporte e colocar a tampa roscada no cartuxo
		O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada.
		O operador deverá fechar a caixa e colocá-la na paleta

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas



CORPO

11897038

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros**

Chuveiro Smart/Style

Tipo Linha : **BC**

Distributivos: **14,80%**

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Colocação das porcas e das sedes no módulo	6,30	6,30	6,30
02	Limpeza e inspeção visual da peça	8,83	8,83	8,83
03	Aperto das porcas e das sedes	3,04	3,04	3,04
04	Colocação do corpo no módulo do cartuxo	2,14	2,14	2,14
05	Colocação do cartuxo e restantes componentes	8,00	8,00	8,00
06	Aperto do cartuxo	2,35	2,35	2,35
07	Substituição do corpo no teste	4,92	4,92	4,92
08	Início do teste	23,72	23,72	23,72
09	Colocação do O'ring e da tampa roscada	6,14	6,14	6,14
10	Colocação da alavanca	4,90	4,90	4,90
11	Colocação do perno	5,29	5,29	5,29
12	Colocação do tampão	4,26	4,26	4,26
13	Limpeza e inspeção visual final	12,74	12,74	12,74
14	Colocação da torneira num saco	3,05	3,05	3,05
15	Montar nova caixa e colocar a condicionador e torneira	6,34	6,34	6,34
16	Colocação de dois condicionadores	13,68	13,68	13,68
17	Colocação de um componente	1,86	1,86	1,86
18	Colocação de uma mini caixa	2,03	2,03	2,03
19	Colocação dos TPI's	2,64	2,64	2,64
20	Fecho da caixa	4,13	4,13	4,13
21	Colocação da etiqueta	2,61	2,61	2,61
22	Colocação da caixa na palete	3,31	3,31	3,31
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

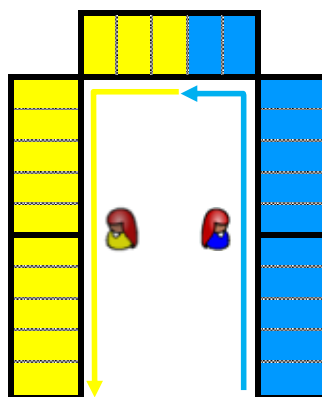
LEGENDA :

	1º Operador		4º Operador
	2º Operador		Op. partilhadas
	3º Operador		Op. de máquinas

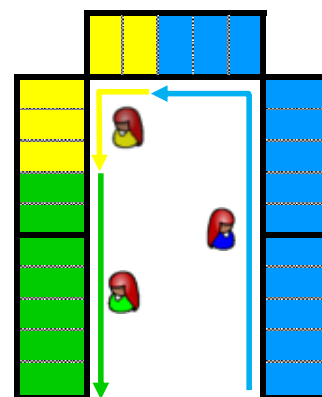
Unidade: segundos

Operações a efectuar

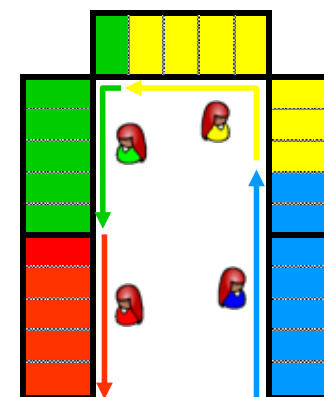
2 OPERADORES



3 OPERADORES



4 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
109,3

⇒ **3** Pessoas

⇒ **Tciclo = 65,6** Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	274	
Peças por Hora	36	

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	411	
Peças por Hora	54	

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	4	
Peças por Turno	548	
Peças por Hora	73	

Tciclo = 98,4 Seg

Tciclo = 65,6 Seg

Tciclo = 49,2 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	62,6
1ª Operadora	62,0
2ª Operadora	62,6

Unidade: segundos

TEMPOS REAIS

Bottleneck	42,0
1ª Operadora	40,8
2ª Operadora	41,8
3ª Operadora	42,0

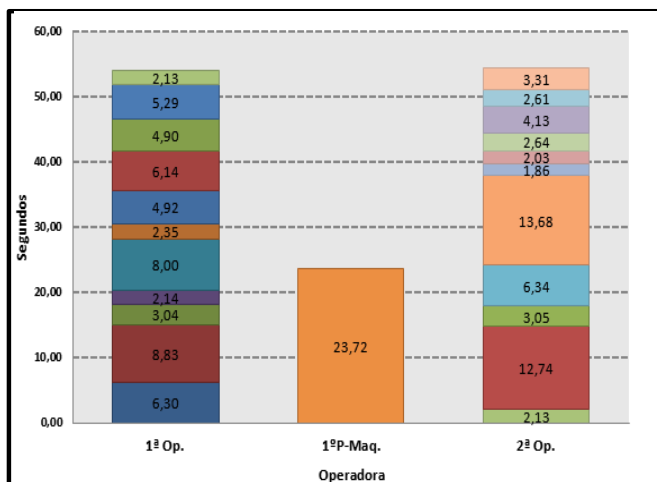
Unidade: segundos

TEMPOS REAIS

Bottleneck	31,8
1ª Operadora	30,2
2ª Operadora	31,8
3ª Operadora	31,8
4ª Operadora	30,8

Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

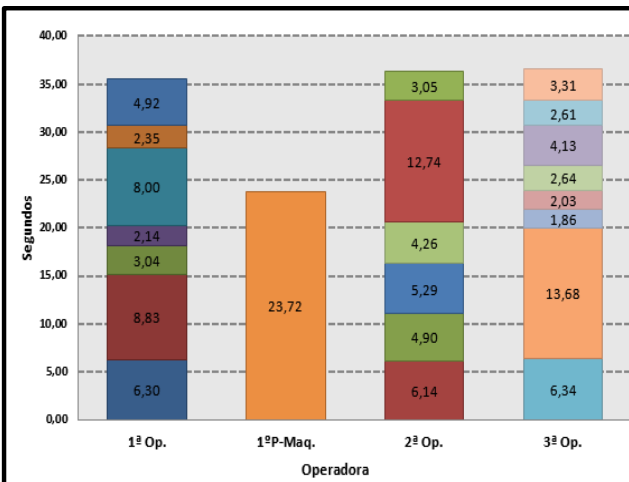


	1º	2º
Tempo Total por Operador	54,03	54,51
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%	
Tempo do Operador com distributivos	62,03	62,58

A operação 12 "Colocação do tampão" é partilhada:

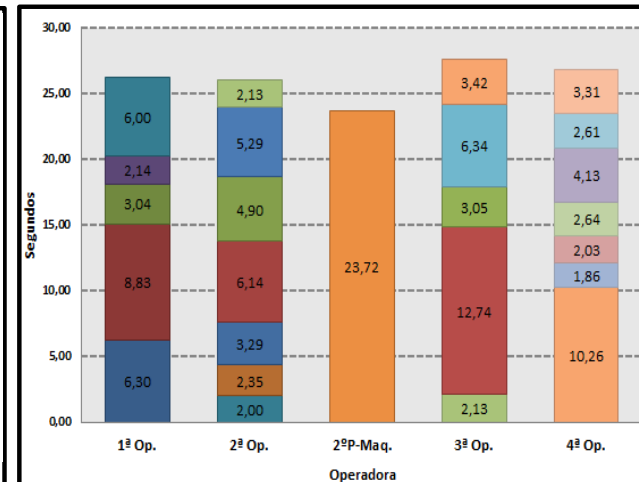
- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	35,57	36,37	36,60
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%		
Tempo do Operador com distributivos	40,83	41,75	42,02

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1º	2º	3º	4º
Tempo Total por Operador	26,30	27,73	27,67	26,84
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%			
Tempo do Operador com distributivos	30,19	31,83	31,77	30,81

A operação 5 "Colocação do cartucho e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 3 em 4
- 2º Operador --> 1 em 4

A operação 12 "Colocação do tampão" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

A operação 16 "Colocação de dois condicionadores" é partilhada:

- 3º Operador --> 1 em 4
- 4º Operador --> 3 em 4

Colocação da caixa na palete	Colocação da etiqueta
Fecho da caixa	Colocação dos TPI's
Colocação de uma mini caixa	Colocação de um componente
Colocação de dois condicionadores	Montar nova caixa e colocar acondicionador e torneira
Colocação da torneira num saco	Limpeza e inspeção visual final
Colocação do tampão	Colocação do perno
Colocação da alavanca	Colocação do O'ring e da tampa roscada
Início do teste	Substituição do corpo no teste
Aperto do cartucho	Colocação do cartucho e restantes componentes
Colocação do corpo no módulo do cartucho	Aperto das porcas e das sedes
Limpeza e inspeção visual da peça	Colocação das porcas e das sedes no módulo



CORPO

11897038

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros - Chuveiro Smart/Style**

Tipo Linha : **BC**

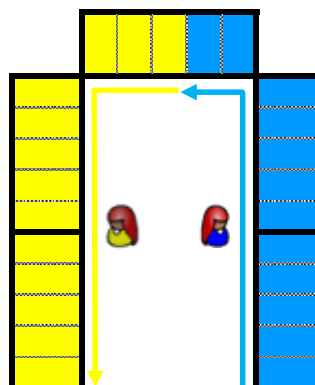
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Colocação das porcas e das sedes no módulo			
02	Limpeza e inspeção visual da peça			
03	Aperto das porcas e das sedes			
04	Colocação do corpo no módulo do cartuxo			
05	Colocação do cartuxo e restantes componentes			
06	Aperto do cartuxo			
07	Substituição do corpo no teste			
08	Início do teste			
09	Colocação do O'ring e da tampa roscada			
10	Colocação da alavanca			
11	Colocação do perno			
12	Colocação do tampão			
13	Limpeza e inspeção visual final			
14	Colocação da torneira num saco			
15	Montar nova caixa e colocar acondicionador e torneira			
16	Colocação de dois acondicionadores			
17	Colocação de um componente			
18	Colocação de uma mini caixa			
19	Colocação dos TPI's			
20	Fecho da caixa			
21	Colocação da etiqueta			
22	Colocação da caixa na palete			
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

LEGENDA:

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

Operações a efectuar

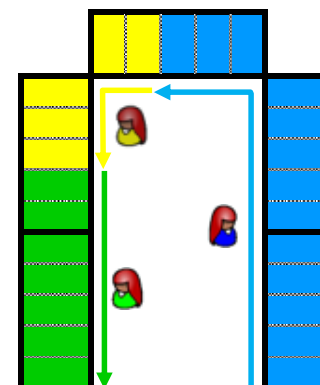
2 OPERADORES



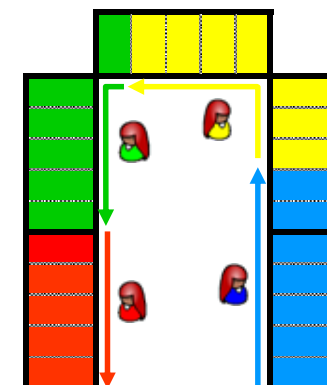
A operação 12 "Colocação do tampão" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

3 OPERADORES



4 OPERADORES



A operação 5 "Colocação do cartuxo e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 3 em 4
- 2º Operador --> 1 em 4

A operação 12 e 16 "Colocação do tampão" e "Colocação de dois acondicionadores" são partilhadas:

- 2º Operador --> 1 em 2 (12)
- 3º Operador --> 1 em 2 (12)
- 3º Operador --> 1 em 4 (16)
- 4º Operador --> 3 em 4 (16)

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	BC – Banheira Essence	10773038		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família BC – Banheira Essence	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até ao início do teste	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo no módulo e apertar as sedes e as porcas
		O operador deverá colocar e apertar o casquilho
		O operador deverá colocar e apertar o inversor
		O operador deverá colocar o corpo no módulo do cartuxo, colocar o cartuxo, o disco, os parafusos e efetuar o aperto
		O operador deverá colocar a tampa roscada
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do botão do inversor	O operador deverá colocar a torneira num suporte giratório
		O operador deverá colocar o emulsor e a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
		O operador deverá montar e colocar o botão do inversor
	O 2º e o 3º operador deverão partilhar as operações de inspeção/limpeza final e a de colocar a torneira num saco 25%/75% respetivamente	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior da caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada
		O operador deverá fechar a caixa e colocá-la na paleta

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas



CORPO

10773038

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros**

Banheira Essence

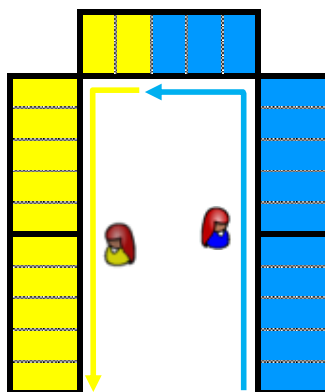
Tipo Linha : **BC**

Distributivos: **14,80%**

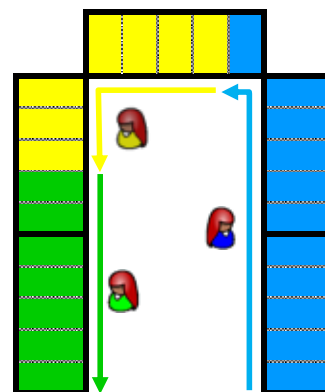
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Limpeza e inspeção visual	15,1	15,1	15,1
02	Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto	4,6	4,6	4,6
03	Aperto das sed's e das porcas	4,2	4,2	4,2
04	Colocação do casquilho	7,5	7,5	7,5
05	Colocação do inversor	6,5	6,5	6,5
06	Colocação do corpo no suporte do aperto do cartuxo	3,2	3,2	3,2
07	Colocação do Cartuxo	10,7	10,7	10,7
08	Aperto do Cartuxo	3,7	3,7	3,7
09	Colocação do O'ring e da tampa roscada	6,5	6,5	6,5
10	Retirar a torneira anterior da zona de teste	3,0	3,0	3,0
11	Colocação da torneira na zona de teste	4,4	4,4	4,4
12	Início do teste	45,2	45,2	45,2
13	Colocação da torneira no suporte giratório	5,6	5,6	5,6
14	Colocação do emulsor e da válvula antiretorno	7,9	7,9	7,9
15	Colocação do manípulo	7,4	7,4	7,4
16	Colocação do perno e do bujão	11,5	11,5	11,5
17	Montagem do botão de pressão	26,8	26,8	26,8
18	Colocação dos O'rings na tampa do botão de pressão	2,2	2,2	2,2
19	Limpeza da torneira	24,3	24,3	24,3
20	Colocação da torneira num saco	12,1	12,1	12,1
21	Monta a caixa e cola etiqueta	11,3	11,3	11,3
22	Colocação do 1º condicionador na caixa	5,6	5,6	5,6
23	Colocação da torneira na caixa	9,0	9,0	9,0
24	Colocação da pré-montagem na caixa	2,9	2,9	2,9
25	Colocação do 2º condicionador na caixa	5,1	5,1	5,1
26	Colocação dos TPI's e chave de aperto na caixa	4,2	4,2	4,2
27	Colocação da caixa num monte	4,6	4,6	4,6
28	Colocação do monte de caixas na palete	18	18	18
29				
LEGENDA :		1º Operador	2º Operador	3º Operador
		4º Operador	Op. partilhadas	Op. de máquinas
		Unidade: segundos		

Operações a efectuar

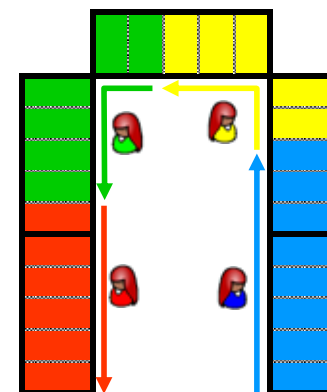
2 OPERADORES



3 OPERADORES



4 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
136,2

⇒ 3 Pessoas

⇒ Tciclo = **81,7** Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	220	
Peças por Hora	29	

Tciclo = **122,6** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	120,4
1ª Operadora	120,4
2ª Operadora	118,4

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	330	
Peças por Hora	44	

Tciclo = **81,7** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	82,4
1ª Operadora	75,5
2ª Operadora	80,9
3ª Operadora	82,4

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	4	
Peças por Turno	440	
Peças por Hora	58	

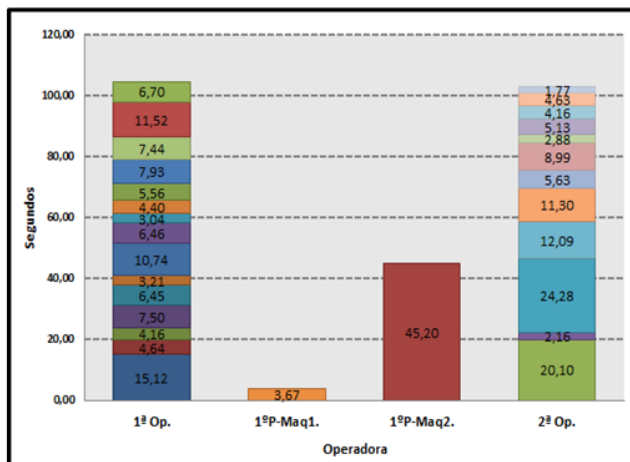
Tciclo = **61,3** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	60,9
1ª Operadora	59,5
2ª Operadora	60,9
3ª Operadora	60,4
4ª Operadora	58,0

Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

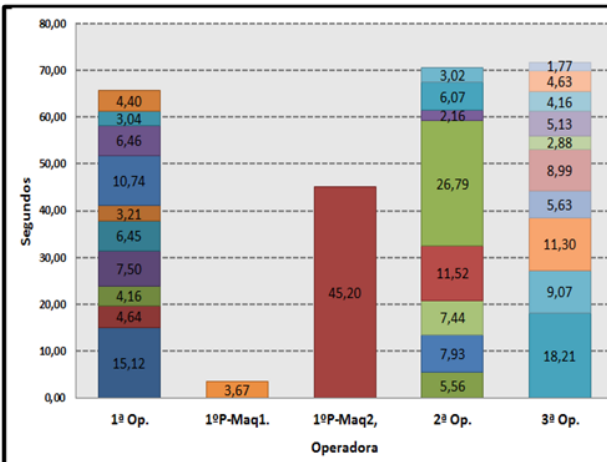


	1°	2°
Tempo Total por Operador	104,87	103,12
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%	
Tempo do Operador com distributivos	120,39	118,38

A operação 17 "Montagem do botão de pressão" é partilhada:

- 1º Operador--> 1 em 4
- 2º Operador--> 3 em 4

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES

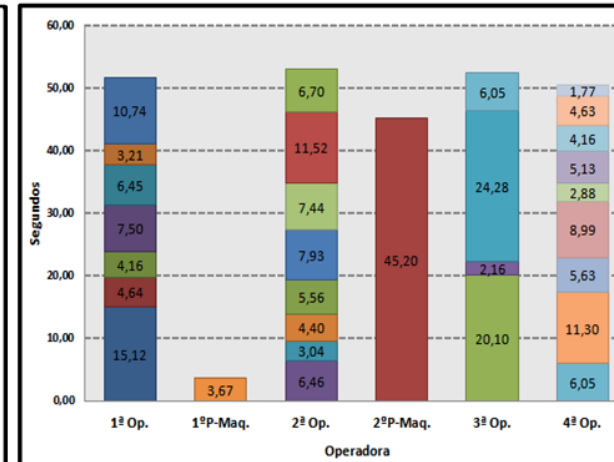


	1°	2°	3°
Tempo Total por Operador	65,73	70,49	71,77
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%		
Tempo do Operador com distributivos	75,46	80,92	82,39

As operações 19 e 20 "Limpeza da torneira" e "Colocação da torneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador--> 1 em 4
- 3º Operador--> 3 em 4

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1°	2°	3°	4°
Tempo Total por Operador	51,82	53,04	52,58	50,53
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%			
Tempo do Operador com distributivos	59,49	60,89	60,36	58,01

A operação 17 "Montagem do botão de pressão" é partilhada:

- 2º Operador--> 1 em 4
- 3º Operador--> 3 em 4

A operação 20 "Colocação da torneira num saco" é partilhada:

- 2º Operador--> 1 em 2
- 3º Operador--> 1 em 2

Colocação do monte de caixas na palete	Colocação da caixa num monte
Colocação dos TPI's e chave de aperto na caixa	Colocação do 2º acondicionador na caixa
Colocação da pré-montagem na caixa	Colocação da torneira na caixa
Colocação do 1º acondicionador na caixa	Monta a caixa e cola etiqueta
Colocação da torneira num saco	Limpeza da torneira
Colocação dos O'rings na tampa do botão de pressão	Montagem do botão de pressão
Colocação do perno e do bujão	Colocação do manipulador
Colocação do emulsor e da válvula antirretorno	Colocação da torneira no suporte giratório
Início do teste	Colocação da torneira na zona de teste
Retirar a torneira anterior da zona de teste	Colocação do O'ring e da tampa roscada
Aperto do Cartuxo	Colocação do Cartuxo
Colocação do corpo no suporte do aperto do cartuxo	Colocação do inversor
Colocação do casquilho	Aperto das sed's e das porcas
Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto	Limpeza e inspeção visual

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros - Banheira Essence**

Tipo Linha : **BC**

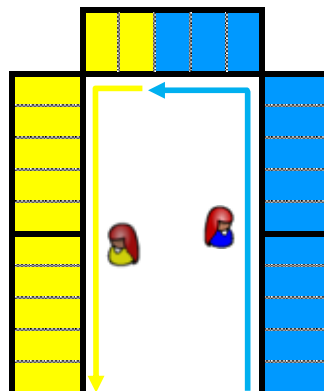
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	2	3	4
01	Limpeza e inspeção visual			
02	Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto			
03	Aperto das sed's e das porcas			
04	Colocação do casquilho			
05	Colocação do inversor			
06	Colocação do corpo no suporte do aperto do cartuxo			
07	Colocação do Cartuxo			
08	Aperto do Cartuxo			
09	Colocação do O'ring e da tampa roscada			
10	Retirar a torneira anterior da zona de teste			
11	Colocação da torneira na zona de teste			
12	Início do teste			
13	Colocação da torneira no suporte giratório			
14	Colocação do emulso e da válvula antiretorno			
15	Colocação do manípulo			
16	Colocação do perno e do bujão			
17	Montagem do botão de pressão			
18	Colocação dos O'rings na tampa do botão de pressão			
19	Limpeza da torneira			
20	Colocação da torneira num saco			
21	Monta a caixa e cola etiqueta			
22	Colocação do 1º acondicionador na caixa			
23	Colocação da torneira na caixa			
24	Colocação da pré-montagem na caixa			
25	Colocação do 2º acondicionador na caixa			
26	Colocação dos TPI's e chave de aperto na caixa			
27	Colocação da caixa num monte			
28	Colocação do monte de caixas na paleta			
29				

LEGENDA :

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

Operações a efectuar

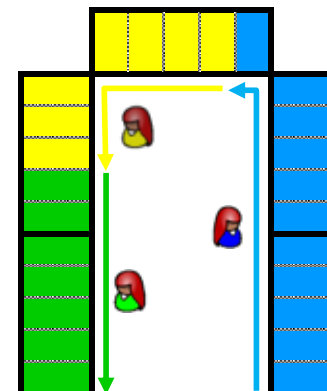
2 OPERADORES



A operação 17 "Montagem do botão de pressão" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 4
- 2º Operador --> 3 em 4

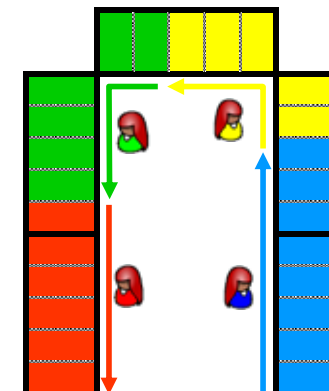
3 OPERADORES



As operações 19 e 20 "Limpeza da torneira" e "Colocação da torneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador --> 1 em 4
- 3º Operador --> 3 em 4

4 OPERADORES



A operação 17 "Montagem do botão de pressão" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 4
- 3º Operador --> 3 em 4

A operação 20 "Colocação da torneira num saco" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2


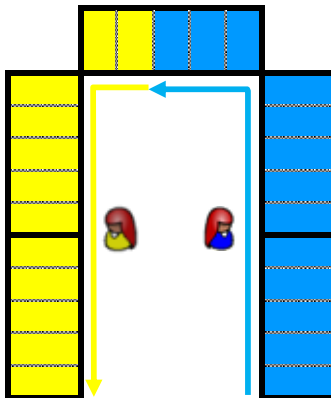
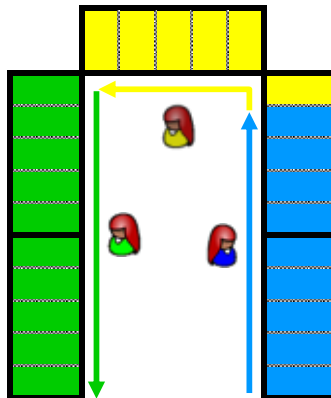
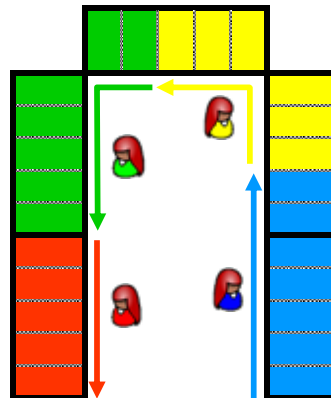
CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	BC – Chuveiro Essence	10774038		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

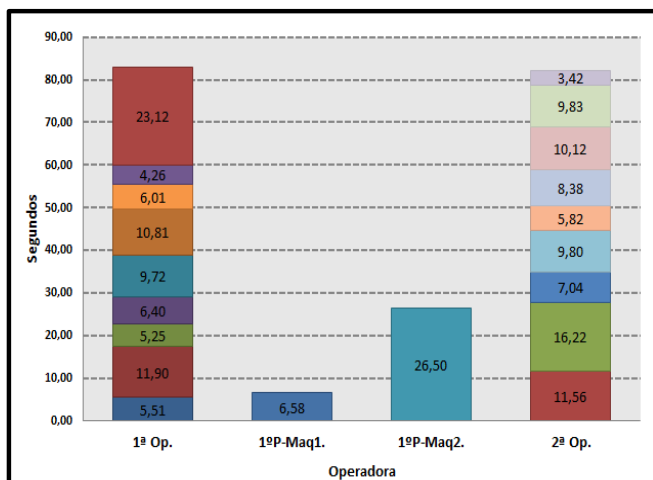
META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família BC – Chuveiro Essence	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até ao início do teste	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o casquilho
		O operador deverá colocar o corpo no módulo e apertar as sedes e as porcas
		O operador deverá apertar o casquilho
		O operador deverá colocar o vedante e o bujão
		O operador deverá colocar o cartuxo, o disco, os parafusos, efetuar o aperto e colocar a tampa roscada com o O'ring
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à limpeza e inspeção final da torneira	O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a torneira num suporte giratório
		O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
		O operador deverá colocar a tampa com o O'ring
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada.
		O operador deverá fechar a caixa e colocá-la na paleta

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas

		CORPO		DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES									
10774038		Número de operadores		Secção : Montagem		Modelo : Banheiras e Chuveiros - Chuveiro Essence		Tipo Linha : BC		Distributivos : 14,80%			
DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR				Operações a efectuar									
				2		3		4					
01 Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto				5,51		5,51		5,51		<div><div>2 OPERADORES</div></div> <div><div>3 OPERADORES</div></div> <div><div>4 OPERADORES</div></div>			
02 Limpeza e inspeção visual do corpo cromado				11,90		11,90		11,90					
03 Colocação do casquilho				5,25		5,25		5,25					
04 Aperto das sed's e das porcas				6,40		6,40		6,40					
05 Colocação do vedante e do bujão				9,72		9,72		9,72					
06 Colocação do cartuxo e restantes componentes				10,81		10,81		10,81					
07 Aperto do Cartuxo				6,58		6,58		6,58					
08 Colocação do O'ring e da tampa				6,01		6,01		6,01					
09 Substituição do corpo na zona de teste				4,26		4,26		4,26					
10 Início do teste				26,50		26,50		26,50					
11 Colocação da válvula, da alavanca e da tampa				34,68		34,68		34,68					
12 Limpeza e inspeção visual final				16,22		16,22		16,22					
13 Colocação da torneira num saco				7,04		7,04		7,04					
14 Montar a caixa				9,80		9,80		9,80					
15 Colocar o 1º acondicionador na caixa				5,82		5,82		5,82					
16 Colocar torneira e a ligação excêntrica na caixa				8,38		8,38		8,38					
17 Colocar o 2º acondicionador e os TPI's na caixa				10,12		10,12		10,12					
18 Fechar a caixa e colar a etiqueta				9,83		9,83		9,83					
19 Colocar a caixa na palete				3,42		3,42		3,42					

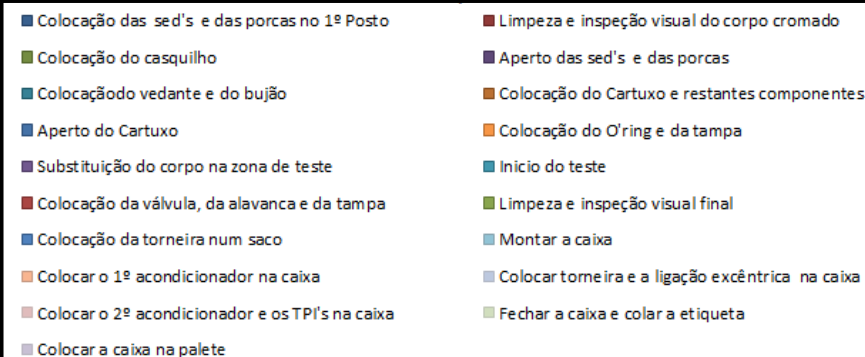
BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES



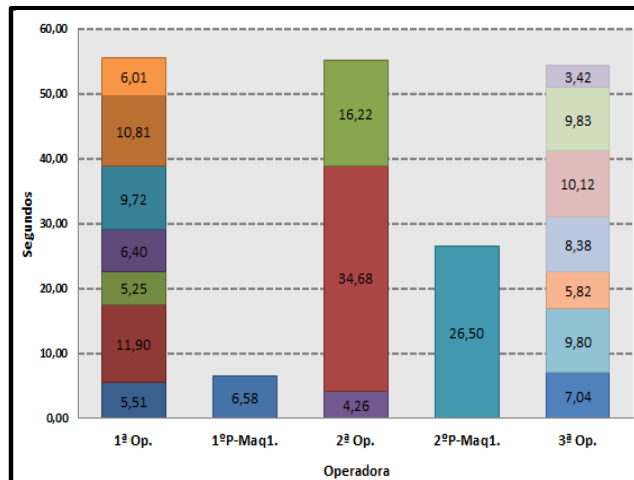
	1º	2º
Tempo Total por Operador	82,97	82,20
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%	
Tempo do Operador com distributivos	95,25	94,37

A operação 11 "Colocação da válvula, da alavanca e da tampa" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 3
- 2º Operador --> 1 em 3

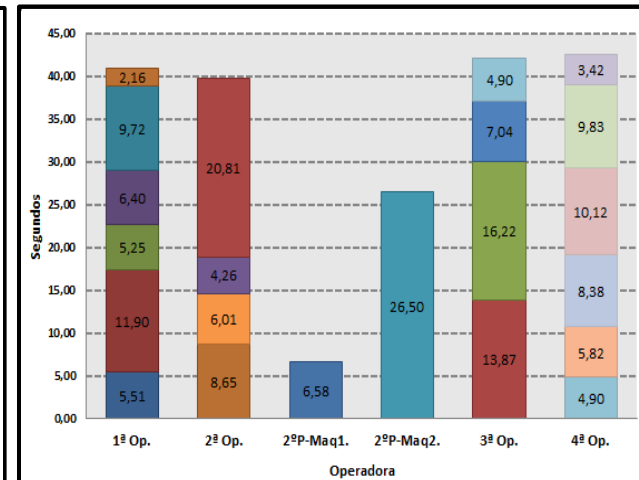


BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	55,59	55,15	54,42
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%		
Tempo do Operador com distributivos	63,82	63,31	62,47

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1º	2º	3º	4º
Tempo Total por Operador	40,94	39,72	42,03	42,48
% de Tempos distributivos a considerar	14,8%			
Tempo do Operador com distributivos	47,00	45,60	48,25	48,76

A operação 6 "Colocação do cartuxo e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 5
- 2º Operador --> 4 em 5

A operação 14 "Montar a caixa" é partilhada:

- 3º Operador --> 1 em 2
- 4º Operador --> 1 em 2

A operação 11 "Colocação da válvula, da alavanca e da tampa" é partilhada:

- 2º Operador --> 3 em 5
- 3º Operador --> 2 em 5

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Banheiras e Chuveiros - Chuveiro Essence**

Tipo Linha : **BC**

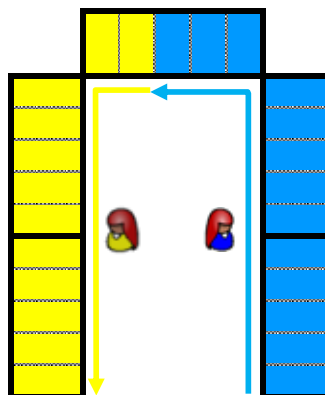
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Colocação das sed's e das porcas no 1º Posto			
02	Limpeza e inspeção visual do corpo cromado			
03	Colocação do casquilho			
04	Aperto das sed's e das porcas			
05	Colocação do vedante e do bujão			
06	Colocação do cartuxo e restantes componentes			
07	Aperto do Cartuxo			
08	Colocação do O'ring e da tampa			
09	Substituição do corpo na zona de teste			
10	Início do teste			
11	Colocação da válvula, da alavanca e da tampa			
12	Limpeza e inspeção visual final			
13	Colocação da torneira num saco			
14	Montar a caixa			
15	Colocar o 1º acondicionador na caixa			
16	Colocar torneira e a ligação excêntrica na caixa			
17	Colocar o 2º acondicionador e os TPI's na caixa			
18	Fechar a caixa e colar a etiqueta			
19	Colocar a caixa na palete			
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

LEGENDA:

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

Operações a efectuar

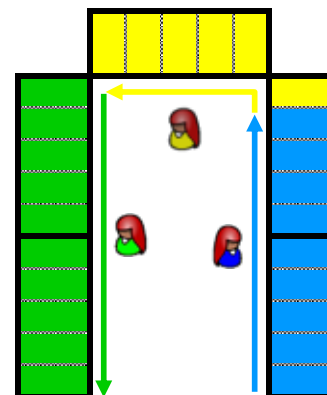
2 OPERADORES



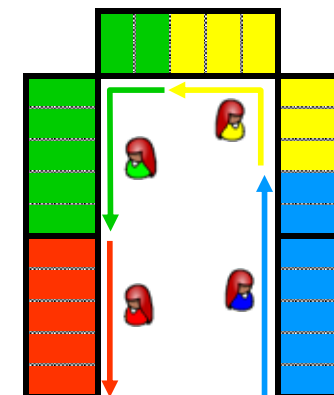
A operação 11 "Colocação da válvula, da alavanca e da tampa" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 3
- 2º Operador --> 1 em 3

3 OPERADORES



4 OPERADORES



A operação 6 "Colocação do cartuxo e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 5
- 2º Operador --> 4 em 5

As operações 11 e 14 "Colocação da válvula, da alavanca e da tampa" e "Montar a caixa" são partilhadas:

- 2º Operador --> 3 em 5 (11)
- 3º Operador --> 2 em 5 (11)
- 3º Operador --> 1 em 2 (14)
- 4º Operador --> 1 em 2 (14)

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	LB – Lavatório Conceto	400568140		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família LB – Lavatório Conceto	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação e ao aperto dos tubos	O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar um parafuso no corpo
		O operador deverá colocar e apertar a cavilha
		O operador deverá colocar o casquilho da pré-montagem
		O operador deverá colocar o casquilho maquinado
		O operador deverá colocar o cartuxo e o anel roscado
		O operador deverá apertar o cartuxo
		O operador deverá colocar um O'ring na tampa ABS e colocá-la
		O operador deverá colocar cola na ponta dos tubos, colocá-los no corpo e apertá-los
	O 1º e o 2º operador deverão partilhar a operação de retirar a torneira da zona de teste e colocá-la na bancada 50%/50% respetivamente	O operador deverá retirar a torneira da zona de testes e pousá-la na bancada
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do elástico	O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
		O operador deverá colocar uma etiqueta vermelha num tubo e uma azul no outro tubo
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
		O operador deverá colocar o anel deslizante no casquilho
		O operador deverá colocar gordura no anel deslizante do casquilho
		O operador deverá colocar um mini saco de plástico no casquilho e apertá-lo com um elástico

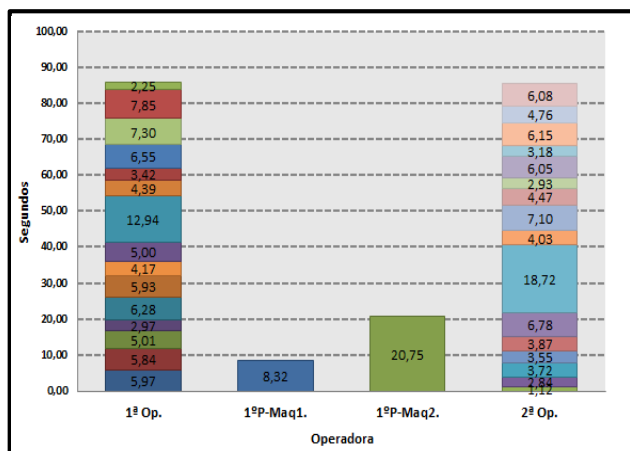
LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas

	O 2º e o 3º operadores deverão partilhar as operações de inspeção/limpeza final e a de colocar a torneira num saco 25%/75% respetivamente	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada
		O operador deverá colocar a caixa na paleta

LEGENDA: ■ 1º Operador ■ 2º Operador ■ 3º Operador ■ Op. partilhadas

<div><div>GROHE</div><div>ENJOY WATER®</div></div>		CORPO		DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES										
400568140		Número de operadores		Secção : Montagem		Modelo : Lavatórios e Bidés - Lavatório Conceto		Tipo Linha : LB		Distributivos: 13,10%				
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR				Operações a efectuar									
		2	3	4	2 OPERADORES		3 OPERADORES		4 OPERADORES					
01	Limpeza e inspeção visual	5,97	5,97	5,97										
02	Colocação do parafuso	5,84	5,84	5,84										
03	Aperto do Parafuso	5,01	5,01	5,01										
04	Colocação do casquilho	2,97	2,97	2,97										
05	Colocação e aperto da cavilha	6,28	6,28	6,28										
06	Colocação cartuxo e seus componentes	5,93	5,93	5,93										
07	Aperto do Cartuxo	8,32	8,32	8,32										
08	Colocação do O'ring na tampa roscada	4,17	4,17	4,17										
09	Colocação da tampa roscada e o corpo no suporte	5,00	5,00	5,00										
10	Colocação dos tubos	12,94	12,94	12,94										
11	Retirar torneira anterior da zona de testes	4,39	4,39	4,39										
12	Colocação da torneira na zona de testes	3,42	3,42	3,42										
13	Início do teste	20,75	20,75	20,75										
14	Colocação das etiquetas coloridas	6,55	6,55	6,55										
15	Colocação da torneira no suporte e colocação do manipulô	7,30	7,30	7,30										
16	Colocação do parafuso	7,85	7,85	7,85										
17	Colocação do bujão	3,37	3,37	3,37										
18	Colocação da torneira no posto seguinte	2,84	2,84	2,84										
19	Colocação do anel deslizante	3,72	3,72	3,72										
20	Colocação da banha	3,55	3,55	3,55										
21	Colocação do mini saco	3,87	3,87	3,87										
22	Colocação do elástico	6,78	6,78	6,78										
23	Limpeza da torneira	18,72	18,72	18,72										
24	Colocação da torneira num saco	4,03	4,03	4,03										
25	Monta a caixa	7,10	7,10	7,10										
26	Cola a etiqueta na caixa	4,47	4,47	4,47										
27	Colocação do tirante na caixa	2,93	2,93	2,93										
28	Colocação do acondicionador na caixa	6,05	6,05	6,05										
29	Colocação do contra parafuso e uma pré-montagem na caixa	3,18	3,18	3,18										
30	Coloca acondicionador e torneira na caixa	6,15	6,15	6,15										
31	Colocação dos TPI's e caixa pré montada dentro na caixa	4,76	4,76	4,76										
32	Fecha a caixa e coloca-a na paleta	6,08	6,08	6,08										
LEGENDA:					Unidade: segundos						Unidade: segundos		Unidade: segundos	
<div><div>1º Operador</div><div>2º Operador</div><div>3º Operador</div><div>4º Operador</div><div>Op. partilhadas</div><div>Op. de máquinas</div></div>					Unidade: segundos									
					STANDARD:						min/100peças 139,7		⇒ 3 Pessoas ⇒ Tciclo = 83,8 Seg	
					Turno [Min/H] 450 7,5						Tempo por Turno 450 7,5		Tempo por Turno 450 7,5	
					Nº Operadoras 2						Nº Operadoras 3		Nº Operadoras 4	
					Peças por Turno 214						Peças por Turno 322		Peças por Turno 429	
					Peças por Hora 28						Peças por Hora 42		Peças por Hora 57	
					Tciclo = 125,7 Seg						Tciclo = 83,8 Seg		Tciclo = 62,9 Seg	
					TEMPOS REAIS						TEMPOS REAIS		TEMPOS REAIS	
					Bottleneck 97,1						Bottleneck 65,3		Bottleneck 50,2	
					1ª Operadora 97,1						1ª Operadora 63,7		1ª Operadora 50,2	
					2ª Operadora 96,5						2ª Operadora 64,6		2ª Operadora 48,2	
											3ª Operadora 65,3		3ª Operadora 46,9	
									4ª Operadora 48,3					

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

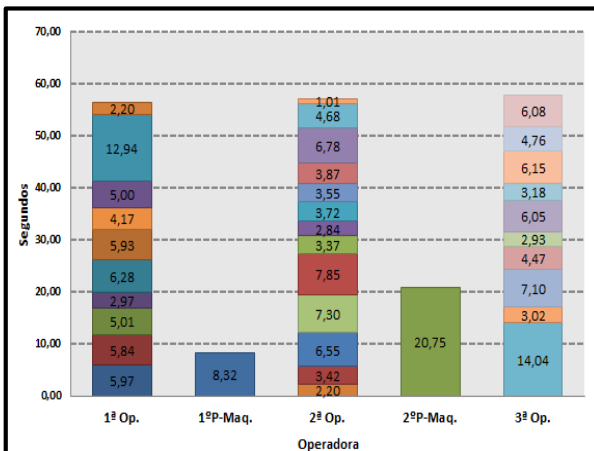


	1º	2º
Tempo Total por Operador	85,88	85,35
% de Tempos distributivos a considerar	13,1%	
Tempo do Operador com distributivos	97,13	96,53

A operação 17 "Colocação do bujão" é partilhada:

- 1º Operador-->2 em 3
- 2º Operador-->1 em 3

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	56,31	57,13	57,78
% de Tempos distributivos a considerar	13,1%		
Tempo do Operador com distributivos	63,69	64,61	65,35

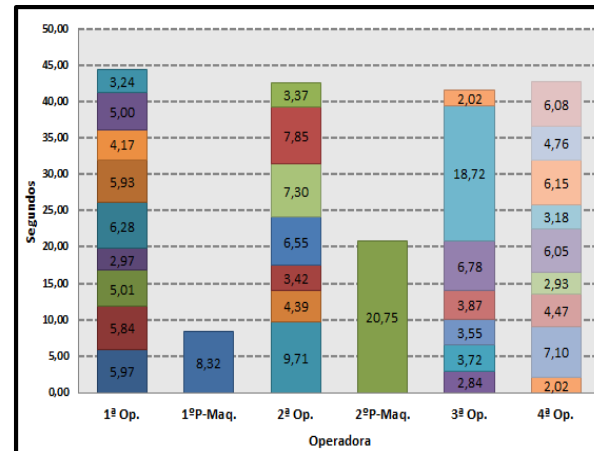
A operação 11 "Retirar toneira anterior da zona de testes" é partilhada:

- 1º Operador-->1 em 2
- 2º Operador-->1 em 2

As operações 23 e 24 "Limpeza da toneira" e "Colocação da torneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador-->1 em 4
- 3º Operador-->3 em 4

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1º	2º	3º	4º
Tempo Total por Operador	44,41	42,59	41,48	42,74
% de Tempos distributivos a considerar	13,1%			
Tempo do Operador com distributivos	50,228	48,17	46,91	48,34

A operação 10 "Colocação dos tubos" é partilhada:

- 1º Operador-->1 em 4
- 2º Operador-->3 em 4

A operação 24 "Colocação da torneira num saco" é partilhada:

- 3º Operador-->1 em 2
- 4º Operador-->1 em 2

■ Limpeza e inspeção visual	■ Colocação do parafuso
■ Aperto do Parafuso	■ Colocação do casquilho
■ Colocação e aperto da cavilha	■ Colocação cartuxo e seus componentes
■ Aperta do Cartuxo	■ Colocação do O'ring na tampa roscada
■ Colocação da tampa roscada e o corpo no suporte	■ Colocação dos tubos
■ Retirar torneira anterior da zona de testes	■ Colocação da tomeira na zona de testes
■ Inicio do teste	■ Colocação das etiquetas coloridas
■ Colocação da tomeira no suporte e colocação do manipulô	■ Colocação do parafuso
■ Colocação do bujão	■ Colocação da tomeira no posto seguinte
■ Colocação do anel deslizante	■ Colocação da banha
■ Colocação do mini saco	■ Colocação do elástico
■ Limpeza da torneira	■ Colocação da tomeira num saco
■ Monta a caixa	■ Cola a etiqueta na caixa
■ Colocação do tirante na caixa	■ Colocação do acondicionador na caixa
■ Colocação do contra parafuso e uma pré-montagem na caixa	■ Coloca acondicionador e torneira na caixa
■ Colocação dos TP's e caixa pré montada dentro na caixa	■ Fecha a caixa e coloca-a na palette



CORPO

400568140

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Lavatórios e Bidés - Lavatório Conceto**

Tipo Linha : **LB**

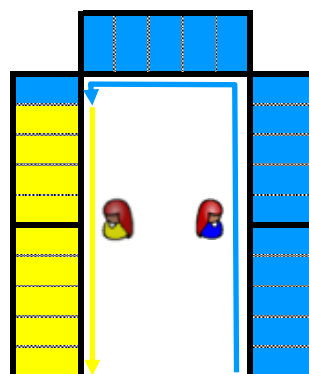
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR
01	Limpeza e inspeção visual
02	Colocação do parafuso
03	Aperto do Parafuso
04	Colocação do casquilho
05	Colocação e aperto da cavilha
06	Colocação cartuxo e seus componentes
07	Aperto do Cartuxo
08	Colocação do O'ring na tampa roscada
09	Colocação da tampa roscada e o corpo no suporte
10	Colocação dos tubos
11	Retirar torneira anterior da zona de testes
12	Colocação da torneira na zona de testes
13	Início do teste
14	Colocação das etiquetas coloridas
15	Colocação da torneira no suporte e colocação do manípulo
16	Colocação do parafuso
17	Colocação do bujão
18	Colocação da torneira no posto seguinte
19	Colocação do anel deslizante
20	Colocação da banha
21	Colocação do mini saco
22	Colocação do elástico
23	Limpeza da torneira
24	Colocação da torneira num saco
25	Monta a caixa
26	Cola a etiqueta na caixa
27	Colocação do tirante na caixa
28	Colocação do acondicionador na caixa
29	Colocação do contra parafuso e uma pré-montagem na caixa
30	Coloca acondicionador e torneira na caixa
31	Colocação dos TPI's e caixa pré montada dentro na caixa
32	Fecha a caixa e coloca-a na paleta

LEGENDA :

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

Operações a efectuar

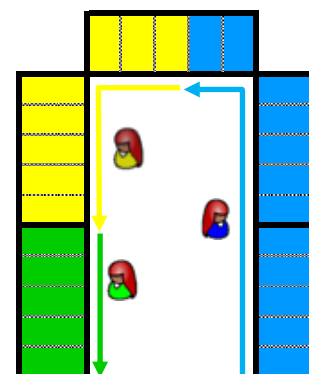
2 OPERADORES



A operação 17 "Colocação do bujão" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 3
- 2º Operador --> 1 em 3

3 OPERADORES



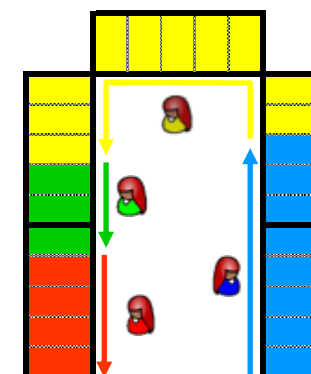
A operação 11 "Retirar toneira anterior da zona de testes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

As operações 23 e 24 "Limpeza da torneira" e "Colocação da torneira num saco" são partilhadas:

- 2º Operador --> 1 em 4
- 3º Operador --> 3 em 4

4 OPERADORES



A operação 10 "Colocação dos tubos" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 4
- 2º Operador --> 3 em 4

A operação 24 "Colocação da torneira num saco" é partilhada:

- 3º Operador --> 1 em 2
- 4º Operador --> 1 em 2

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	LB – Lavatório Style/Smart/Essence	65603138		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma torneira da família LB – Lavatório Style/Smart/Essence	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do emulsor	O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar 2 O’rings e 2 freios no módulo da bancada
		O operador deverá colocar o corpo no módulo anterior
		O operador deverá colocar a cavilha e apertá-la
		O operador deverá colocar os tubos
		O operador deverá colocar a adaptação do cartuxo
		O operador deverá colocar o cartuxo, o anel roscado e apertá-lo
		O operador deverá colocar um O’ring na tampa ABS e colocá-la
		O operador deverá colocar o emulsor e apertá-lo
	O 1º e o 2º operadores deverão partilhar as operações retirar a torneira anterior do teste e colocar a nova 80%/20% respetivamente	O operador deverá retirar a torneira anterior do teste e pousar na bancada
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do tampão	O operador deverá colocar a torneira no posto seguinte
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
	O 2º e o 3º operadores deverão partilhar as operações de inspeção/limpeza final e a de colocar a torneira num saco 80%/20% respetivamente	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior da caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada.
		O operador deverá colocar a caixa na paleta

LEGENDA : 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas



CORPO

65603138

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Lavatórios e Bidés - Lavatório Style/Smart/Essence**

Tipo Linha : **LB**

Distributivos : **13,10%**

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Limpeza e inspeção visual	7,36	7,36	7,36
02	Colocação dos O'rings no primeiro posto	3,80	3,80	3,80
03	Colocação e aperto da cavilha	4,16	4,16	4,16
04	Colocação dos tubos	5,39	5,39	5,39
05	Colocação do corpo no máquina de aperto do cartuxo	4,53	4,53	4,53
06	Colocação cartuxo e seus componentes	4,14	4,14	4,14
07	Aperto do Cartuxo	8,51	8,51	8,51
08	Colocação do emulsor e tampa roscada com O'ring	10,00	10,00	10,00
09	Retirar a torneira anterior do teste para a bancada e colocar torneira nova na zona de testes	7,60	7,60	7,60
10	Início do teste	20,7	20,7	20,7
11	Colocação do manípulo	4,17	4,17	4,17
12	Colocação do parafuso	5,77	5,77	5,77
13	Colocação do bujão	3,84	3,84	3,84
14	Limpeza da torneira	12,90	12,90	12,90
15	Colocação da torneira num saco com bolhas	4,10	4,10	4,10
16	Colocação da torneira no suporte	1,99	1,99	1,99
17	Monta a caixa	7,22	7,22	7,22
18	Colocação do contra parafuso e TPI's na caixa	5,46	5,46	5,46
19	Colocação da torneira na caixa	5,50	5,50	5,50
20	Fecha a caixa, cola a etiqueta e coloca-a num monte	11,56	11,56	11,56
21	Pega no monte de caixas e coloca-o na palete	2,00	2,00	2,00
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

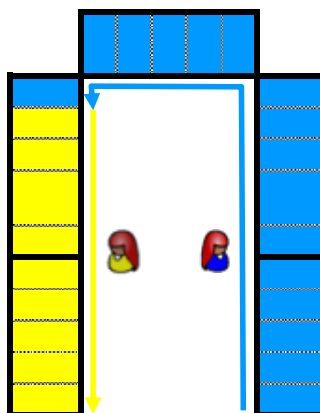
LEGENDA :

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

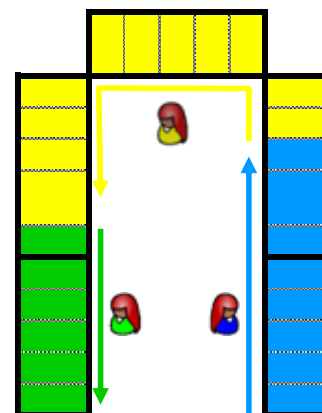
Unidade: segundos

Operações a efectuar

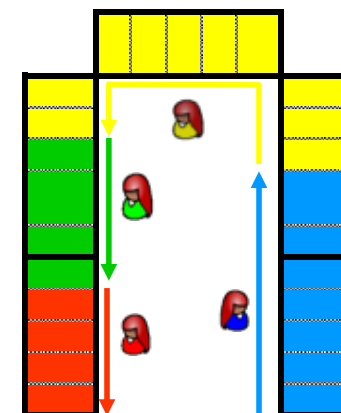
2 OPERADORES



3 OPERADORES



4 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
93,6

⇒ 3 Pessoas

⇒ Tciclo = **56,2** Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	320	
Peças por Hora	42	

Tciclo = **84,2** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	63,4
1ª Operadora	62,5
2ª Operadora	63,4

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	480	
Peças por Hora	64	

Tciclo = **56,2** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	43,0
1ª Operadora	42,0
2ª Operadora	40,9
3ª Operadora	43,0

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	4	
Peças por Turno	641	
Peças por Hora	85	

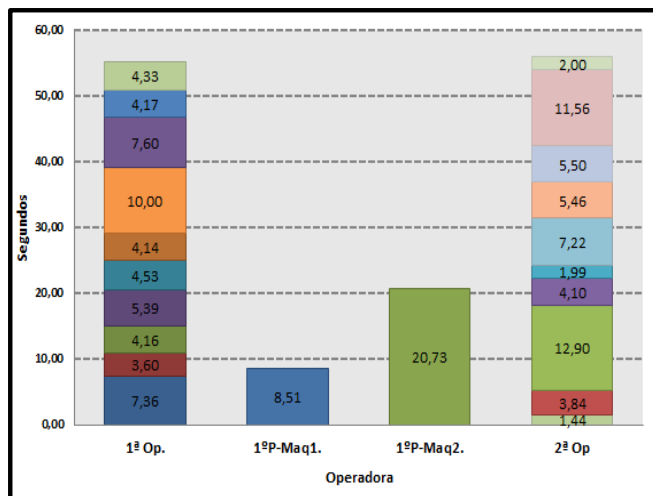
Tciclo = **42,1** Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	32,3
1ª Operadora	31,8
2ª Operadora	32,3
3ª Operadora	31,3
4ª Operadora	30,5

Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

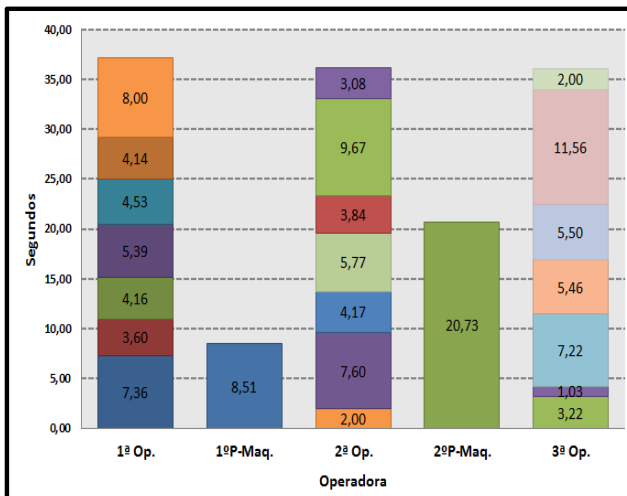


Tempo Total por Operador	1º	2º
% de Tempos distributivos a considerar	55,27	56,02
Tempo do Operador com distributivos	13,1%	
	62,51	63,36

A operação 12 "Colocação do perno" é partilhada:

- 1º Operador-->3 em 4
- 2º Operador-->1 em 4

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



Tempo Total por Operador	1º	2º	3º
% de Tempos distributivos a considerar	37,17	36,13	37,99
Tempo do Operador com distributivos	13,1%		
	42,04	40,86	42,97

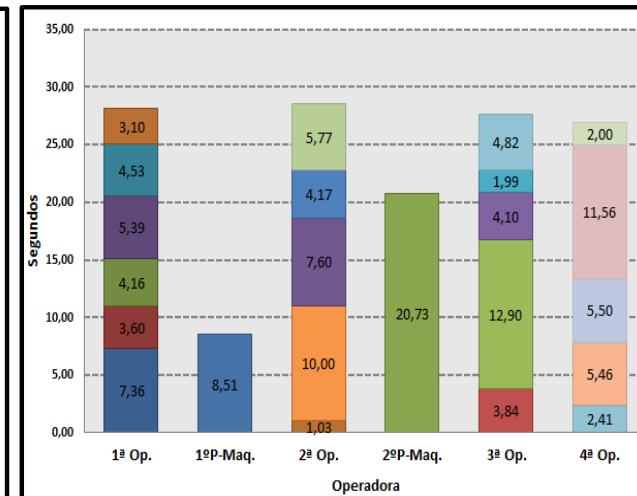
A operação 8 "Colocação o emulsor e tampa roscada com O'ring" é partilhada:

- 1º Operador-->4 em 5
- 2º Operador-->1 em 5

As operações 14 e 15 "Limpeza da torneira" e "Colocação da torneira num saco com bolhas" são partilhadas:

- 2º Operador-->3 em 4
- 3º Operador-->1 em 4

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



Tempo Total por Operador	1º	2º	3º	4º
% de Tempos distributivos a considerar	28,14	28,58	27,65	26,94
Tempo do Operador com distributivos	13,1%			
	31,83	32,32	31,27	30,47

A operação 6 "Colocação do cartuxo e dos seus componentes" é partilhada:

- 1º Operador-->3 em 4
- 2º Operador-->1 em 4

A operação 17 "Monta a caixa" é partilhada:

- 3º Operador-->2 em 3
- 4º Operador-->1 em 3

- | | |
|---|---|
| ■ Pega no monte de caixas e coloca-o na paleta | ■ Início do teste |
| ■ Fecha a caixa, cola a etiqueta e coloca-a num monte | ■ Retirar a torneira anterior do teste para a bancada e colocar torneira nova na zona de testes |
| ■ Colocação da torneira na caixa | ■ Colocação do emulsor e tampa roscada com O'ring |
| ■ Colocação do contra parafuso e TPI's na caixa | ■ Aperto do Cartuxo |
| ■ Monta a caixa | ■ Colocação cartuxo e seus componentes |
| ■ Colocação da torneira num saco com bolhas | ■ Colocação do corpo no máquina de aperto do cartuxo |
| ■ Limpeza da torneira | ■ Colocação dos tubos |
| ■ Colocação do bujão | ■ Colocação e aperto da cavilha |
| ■ Colocação do parafuso | ■ Colocação dos O'rings no primeiro posto |
| ■ Colocação do manípulo | ■ Limpeza e inspeção visual |



CORPO

65603138

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Lavatórios e Bidés - Lavatório Style/Smart/Essence**

Tipo Linha : **LB**

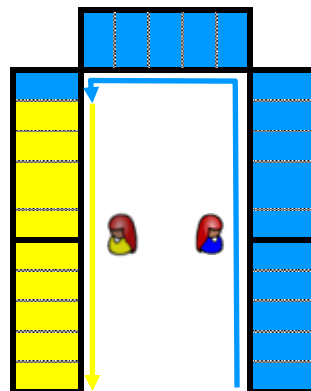
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores			
		2	3	4	
01	Limpeza e inspeção visual				
02	Colocação dos O'rings no primeiro posto				
03	Colocação e aperto da cavilha				
04	Colocação dos tubos				
05	Colocação do corpo no máquina de aperto do cartuxo				
06	Colocação cartuxo e seus componentes				
07	Aperto do Cartuxo				
08	Colocação do emulsor e tampa roscada com O'ring				
09	Retirar a torneira anterior do teste para a bancada e colocar torneira nova na zona de testes				
10	Início do teste				
11	Colocação do manipul				
12	Colocação do parafuso				
13	Colocação do bujão				
14	Limpeza da torneira				
15	Colocação da torneira num saco com bolhas				
16	Colocação da torneira no suporte				
17	Monta a caixa				
18	Colocação do contra parafuso e TPI's na caixa				
19	Colocação da torneira na caixa				
20	Fecha a caixa, cola a etiqueta e coloca-a num monte				
21	Pega no monte de caixas e coloca-o na palete				
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

LEGENDA:

	1º Operador		4º Operador
	2º Operador		Op. partilhadas
	3º Operador		Op. de máquinas

Operações a efectuar

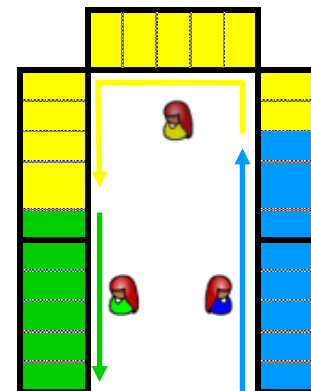
2 OPERADORES



A operação 12 "Colocação do perno" é partilhada:

- 1º Operador --> 3 em 4
- 2º Operador --> 1 em 4

3 OPERADORES



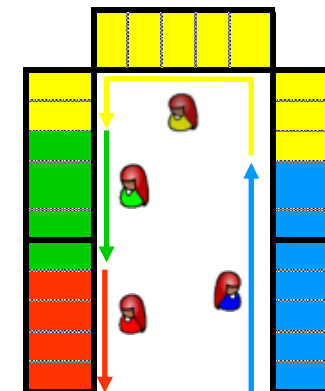
A operação 8 "Colocação o emulsor e tampa roscada com O'ring" é partilhada:

- 1º Operador --> 4 em 5
- 2º Operador --> 1 em 5

As operações 14 e 15 "Limpeza da torneira" e "Colocação da torneira num saco com bolhas" são partilhadas:

- 2º Operador --> 3 em 4
- 3º Operador --> 1 em 4

4 OPERADORES



A operação 6 "Colocação do cartuxo e dos seus componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 3 em 4
- 2º Operador --> 1 em 4

A operação 17 "Monta a caixa" é partilhada:

- 3º Operador --> 2 em 3
- 4º Operador --> 1 em 3

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	CZ – Cozinha Baixa - Start	65795031		





DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família CZ – Cozinha Baixa Start	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do cartuxo	O operador deverá colocar o fixador de tubos no interior do corpo plástico
		O operador deverá colocar gordura na ponta dos tubos, colocá-los no corpo e apertá-los
		O operador deverá colocar a cavilha e apertá-la
		O operador deverá colocar o cone sobre o corpo de plástico e fazer passar um anel de apoio e um vedante
		O operador deverá colocar o cone e fazer passar um vedante
		O operador deverá colocar a bica no corpo de plástico
		O operador deverá colocar o fixador da tampa roscada para prender o cartuxo
		O operador deverá colocar o cartuxo
	O 1º e o 2º operadores deverão partilhar as operações de desembrulhar a bica e colocar o batente 50%/50% respetivamente	O operador deve desembrulhar e inspecionar a bica
		O operador deverá colocar o batente numa nova bica
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do emulsor	O operador deverá encaixar o anel roscado com o anel sextavado, ambos de plástico, e colocá-los em cima do cartuxo
		O operador deverá iniciar o aperto do cartuxo
		O operador deverá colocar a toneira na zona de testes e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a toneira no posto seguinte
		O operador deverá colocar a tampa roscada
		O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
		O operador deverá colocar o emulsor
	O 2º e o 3º operadores deverão partilhar as operações de desembrulhar a bica e colocar o batente 33%/67% respetivamente	O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas

	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na palete	O operador deverá colocar a torneira no saco
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens e a torneira montada.
		O operador deverá colocar a caixa na palete

LEGENDA:  1º Operador  2º Operador  3º Operador  Op. partilhadas



CORPO

65795031

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Cozinhas Baixas - Cozinha Start**

Tipo Linha : **CZ**

Distributivos : **5,70%**

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Colocação do fixador dos tubos no corpo	5,20	5,20	5,20
02	Montagem dos tubos	4,82	4,82	4,82
03	Colocação do cavilha no corpo e colocação do corpo no posto seguinte	7,21	7,21	7,21
04	Colocação de um anel deslizante e de um vedante	8,50	8,50	8,50
05	Colocação do último O'ring e colocação do corpo no posto seguinte	5,37	5,37	5,37
06	Colocação da bica	5,74	5,74	5,74
07	Colocação da tampa roscada para prender o cartuxo e colocação do cartuxo	6,09	6,09	6,09
08	Montagem da bica	7,20	7,20	7,20
09	Efectuar a montagem do anel roscado com o anel sextavado e coloca-la no cartuxo	3,78	3,78	3,78
10	Aperto do cartuxo	7,31	7,31	7,31
11	Colocação da torneira anterior no posto seguinte	3,22	3,22	3,22
12	Colocação da nova torneira na zona de testes	3,15	3,15	3,15
13	Teste da torneira	25,31	25,31	25,31
14	Colocação da tampa roscada e alavanca e rodar a torneira	6,53	6,53	6,53
15	Colocação do emulsor	4,01	4,01	4,01
16	Colocação dos parafusos	6,52	6,52	6,52
17	Colocação do tampão e rodar a torneira e coloca-la no posto seguinte	4,79	4,79	4,79
18	Limpeza da torneira	9,34	9,34	9,34
19	Colocação da torneira num saco	3,96	3,96	3,96
20	Colocação da torneira num saco de bolhas	2,86	2,86	2,86
21	Colocação da torneira num 2ºsaco de bolhas	4,11	4,11	4,11
22	Colocação do acondicionador e torneira na caixa	2,26	2,26	2,26
23	Coloca os TPI's e caixa pré montada dentro na caixa	7,81	7,81	7,81
24	Fecha a caixa e coloca-a num monte	7,47	7,47	7,47
25	Monta a caixa e cola a etiqueta	10,47	10,47	10,47
26	Colocação das caixas na paleta	1,68	1,68	1,68
27				
28				
29				

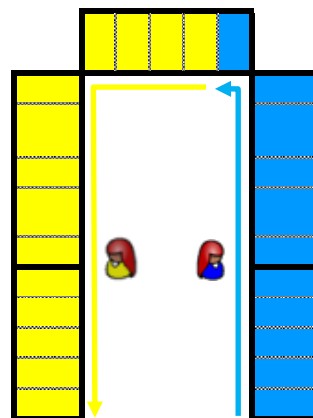
LEGENDA:

 1º Operador	 4º Operador
 2º Operador	 Op. partilhadas
 3º Operador	 Op. de máquinas

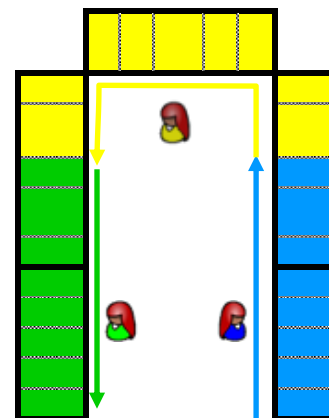
Unidade: segundos

Operações a efectuar

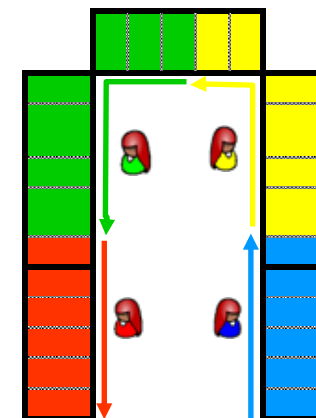
2 OPERADORES



3 OPERADORES



4 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças

74,5



3 Pessoas



Tciclo = 44,7 Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	402	
Peças por Hora	53	

Tciclo = 67,1 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	73,8
1ª Operadora	73,8
2ª Operadora	73,6

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	604	
Peças por Hora	80	

Tciclo = 44,7 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	49,5
1ª Operadora	49,2
2ª Operadora	48,6
3ª Operadora	49,5

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	4	
Peças por Turno	805	
Peças por Hora	107	

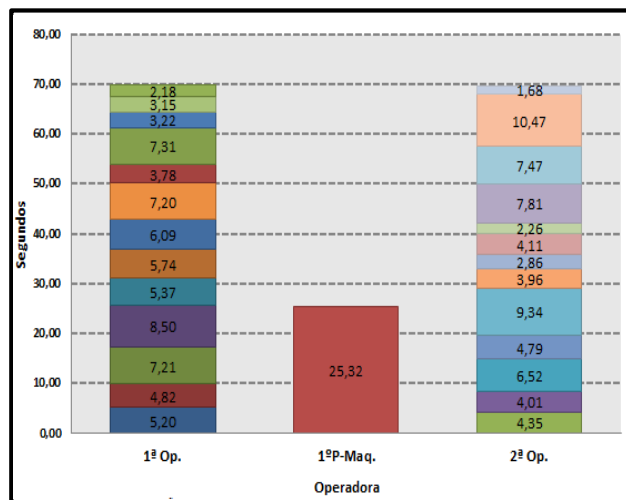
Tciclo = 33,5 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	38,7
1ª Operadora	36,9
2ª Operadora	34,5
3ª Operadora	37,2
4ª Operadora	38,7

Unidade: segundos

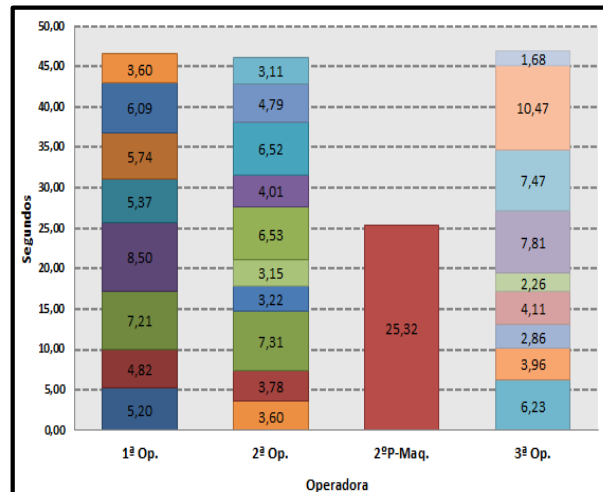
BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES



A operação 14 "Colocação da tampa roscada e alavanca e rodar a torneira" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



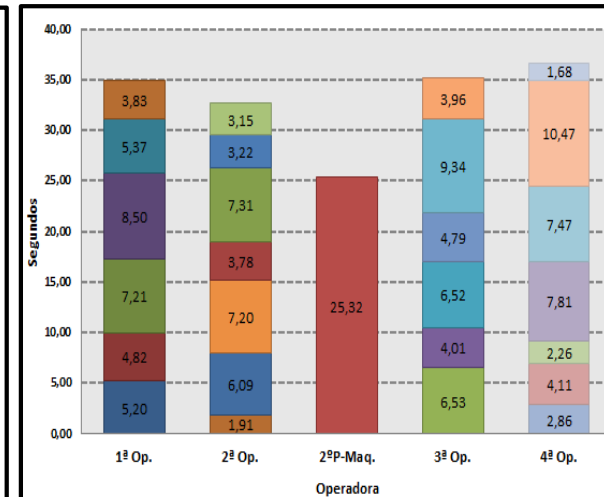
A operação 8 "Montagem da bica" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

A operação 18 "Limpeza da torneira" é partilhada:

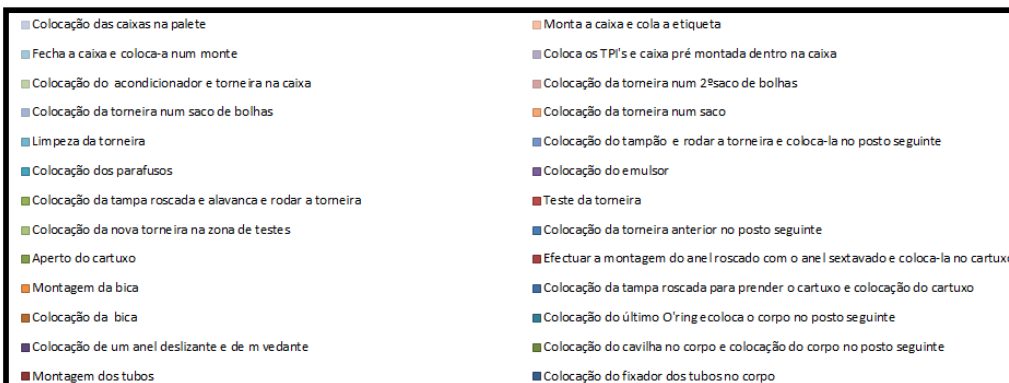
- 2º Operador --> 1 em 3
- 3º Operador --> 2 em 3

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



A operação 6 "Colocação da bica" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 3
- 2º Operador --> 1 em 3

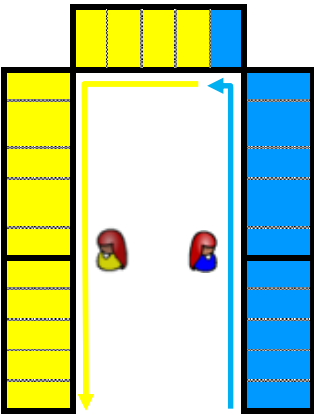
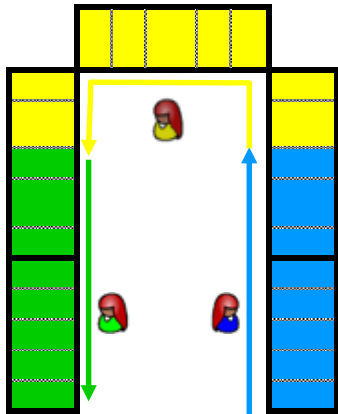
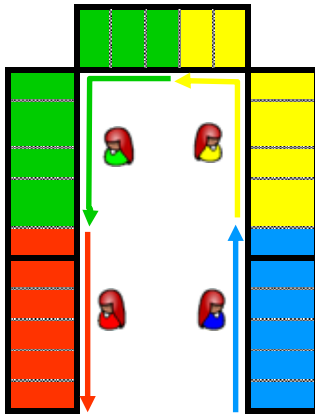


DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Cozinhas Baixas - Cozinha Start**

Tipo Linha : **CZ**

		operadores			Operações a efectuar		
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	2	3	4			
01	Colocação do fixador dos tubos no corpo				<div>2 OPERADORES</div> 	<div>3 OPERADORES</div> 	<div>4 OPERADORES</div> 
02	Montagem dos tubos						
03	Colocação do cavilha no corpo e colocação do corpo no posto seguinte						
04	Colocação de um anel deslizante e de um vedante						
05	Colocação do último O'ring e colocação do corpo no posto seguinte						
06	Colocação da bica						
07	Colocação da tampa rosca para prender o cartuxo e colocação do cartuxo						
08	Montagem da bica						
09	Efectuar a montagem do anel rosca com o anel sextavado e coloca-la no cartuxo						
10	Aperto do cartuxo						
11	Colocação da torneira anterior no posto seguinte						
12	Colocação da nova torneira na zona de testes						
13	Teste da torneira						
14	Colocação da tampa rosca e alavanca e rodar a torneira				A operação 14 "Colocação da tampa rosca e alavanca e rodar a torneira" é partilhada:		
15	Colocação do emulsor				1º Operador --> 1 em 3		
16	Colocação dos parafusos				2º Operador --> 2 em 3		
17	Colocação do tampão e rodar a torneira e coloca-la no posto seguinte				A operação 8 "Montagem da bica" é partilhada :		
18	Limpeza da torneira				▪ 1º Operador --> 1 em 2		
19	Colocação da torneira num saco				▪ 2º Operador --> 1 em 2		
20	Colocação da torneira num saco de bolhas				A operação 6 "Colocação da bica" é partilhada:		
21	Colocação da torneira num 2ºsaco de bolhas				▪ 1º Operador --> 2 em 3		
22	Colocação do acondicionador e torneira na caixa				▪ 2º Operador --> 1 em 3		
23	Coloca os TPI's e caixa pré montada dentro na caixa				A operação 18 "Limpeza da torneira" é partilhada:		
24	Fecha a caixa e coloca-a num monte				▪ 2º Operador --> 1 em 3		
25	Monta a caixa e cola a etiqueta				▪ 3º Operador --> 2 em 3		
26	Colocação das caixas na paleta						
27							
28							
29							

1º Operador

2º Operador







3º Operador

4º Operador

Op. partilhadas

Op. de máquinas

LEGENDA:

	1º Operador		4º Operador
	2º Operador		Op. partilhadas
	3º Operador		Op. de máquinas

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	CZ – Cozinha Alta Style	401062038		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	3

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS	
Montagem de uma torneira da família CZ – Cozinha Alta Style	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente	
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem	
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes	
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação e ao aperto dos tubos		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
			O operador deverá pegar na curva e efetuar a limpeza e inspeção visual
			O operador deverá colocar um anel de cobre na curva
			O operador deverá encaixar a curva no corpo
			O operador deverá colocar o corpo com a curva na máquina e iniciar o aperto*
			O operador deverá colocar e apertar a cavilha
			O operador deverá colocar cola na ponta dos tubos, colocá-los no corpo e apertá-los
	O 1º e o 2º operadores deverão partilhar as operações colocar o cartuxo, o disco, os parafusos, efetuar o aperto 33%/67% respetivamente	O operador deverá colocar o cartuxo, o disco, os parafusos e efetuar o aperto	
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação da torneira num saco		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes e iniciá-lo
			O operador deverá colocar o O’ring e colocar a tampa roscada
			O operador deverá colocar a alavanca seguida pelo perno e pelo tampão
			O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
			O operador deverá colocar a torneira num saco
	O 2º e o 3º operadores deverão partilhar a operação de colocar a torneira num saco 50%/50% respetivamente	O operador deverá colocar a torneira num saco	
	O 3º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na palete		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
			O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, as pré-montagens, os TPI e a torneira montada
			O operador deverá fechar a caixa e colocá-la na palete
* A formação desta operação é dada numa linha de montagem da respetiva família de torneiras			

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador 3º Operador Op. partilhadas

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Cozinhas Altas - Cozinha Style**

Tipo Linha : **CZ**

Distributivos: **10,30%**

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores		
		2	3	4
01	Controlo visual do corpo	4,27	4,27	4,27
02	Colocação da curva no corpo	13,39	13,39	13,39
03	Aperto da curva	12,65	12,65	12,65
04	Colocação e aperto da cavilha	6,62	6,62	6,62
05	Colocação dos tubos	8,04	8,04	8,04
06	Aperto dos tubos	3,60	3,60	3,60
07	Colocação da torneira no módulo do aperto do cartuxo	2,78	2,78	2,78
08	Colocação do cartuxo e restantes componentes	7,81	7,81	7,81
09	Aperto do cartuxo	6,47	6,47	6,47
10	Colocação da torneira na zona de testes	8,50	8,50	8,50
11	Início do teste	16,94	16,94	16,94
12	Colocação da torneira no posto seguinte	4,32	4,32	4,32
13	Colocação do O'ring	2,26	2,26	2,26
14	Colocação da tampa roscada	4,22	4,22	4,22
15	Colocação da alavanca, do perno e do tampão	4,03	4,03	4,03
16	Colocação da torneira no suporte de limpeza	7,55	7,55	7,55
17	Limpeza da torneira	11,42	11,42	11,42
18	Colocação da torneira num saco	4,48	4,48	4,48
19	Colocação da torneira na caixa	2,62	2,62	2,62
20	Colocação dos TPI's e da pré montagem na caixa	4,44	4,44	4,44
21	Fecho da caixa	4,44	4,44	4,44
22	Colocação da caixa num monte	7,14	7,14	7,14
23	Montar uma nova caixa e colar a etiqueta	5,62	5,62	5,62
24	Colocação do acondicionador e do contraparafuso	5,20	5,20	5,20
25	Colocação do monte de caixas na paleta	2,07	2,07	2,07
26				
27				
28				
29				

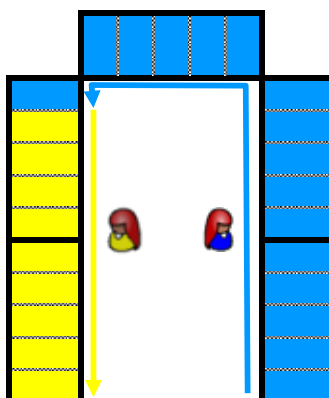
LEGENDA:

■ 1º Operador	■ 4º Operador
■ 2º Operador	■ Op. partilhadas
■ 3º Operador	■ Op. de máquinas

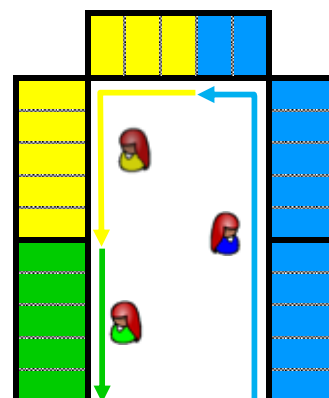
Unidade:
segundos

Operações a efectuar

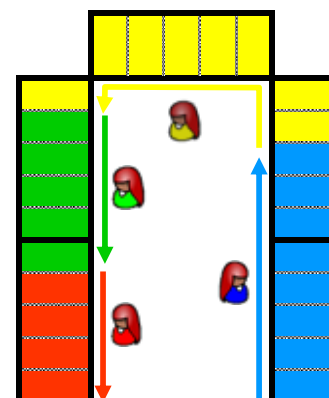
2 OPERADORES



3 OPERADORES



4 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
104,8

⇒ 3 Pessoas

⇒ Tciclo = 62,9 Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	286	
Peças por Hora	38	

Tciclo = 94,3 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	68,9
1ª Operadora	68,9
2ª Operadora	68,8

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	429	
Peças por Hora	57	

Tciclo = 62,9 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	46,1
1ª Operadora	45,6
2ª Operadora	46,1
3ª Operadora	46,0

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	4	
Peças por Turno	572	
Peças por Hora	76	

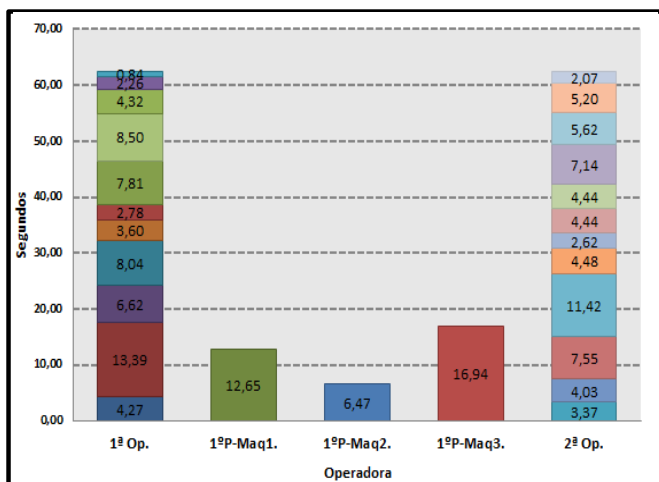
Tciclo = 47,2 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	35,0
1ª Operadora	33,9
2ª Operadora	34,0
3ª Operadora	35,0
4ª Operadora	34,8

Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

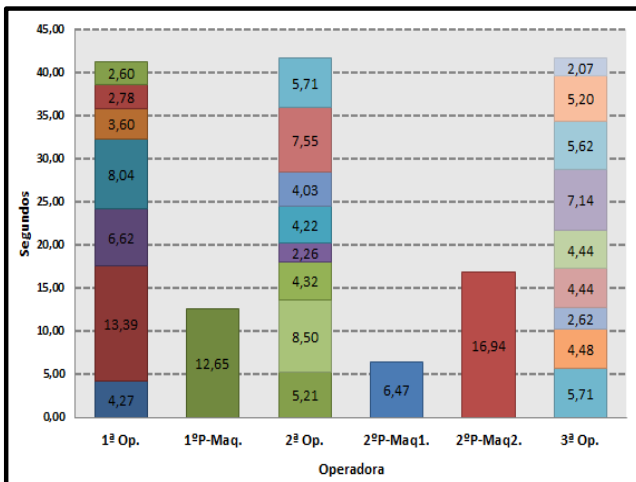


	1º	2º
Tempo Total por Operador	62,42	62,39
% de Tempos distributivos a considerar	10,3%	
Tempo do Operador com distributivos	68,85	68,82

A operação 14 "Colocação da tampa roscada" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 5
- 2º Operador --> 4 em 5

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	41,30	41,79	41,73
% de Tempos distributivos a considerar	10,3%		
Tempo do Operador com distributivos	45,55	46,09	46,03

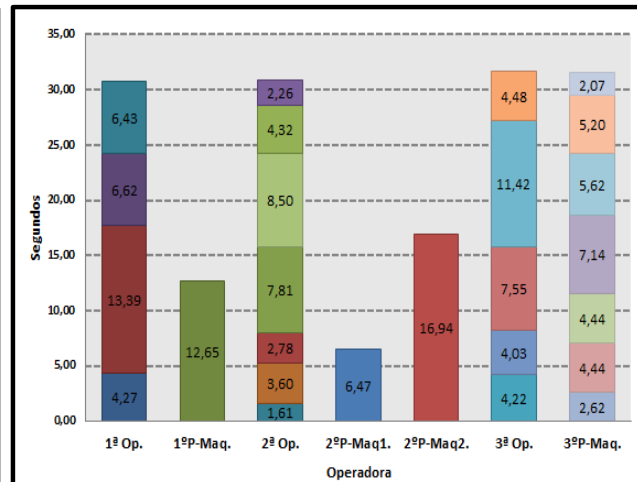
A operação 8 "Colocação do cartuxo e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

A operação 17 "Limpeza da torneira" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

BALANCEAMENTO PARA 4 OPERADORES



	1º	2º	3º	4º
Tempo Total por Operador	30,71	30,87	31,70	31,54
% de Tempos distributivos a considerar	10,3%			
Tempo do Operador com distributivos	33,87	34,05	34,97	34,79

A operação 5 "Colocação dos tubos" é partilhada:

- 1º Operador --> 4 em 5
- 2º Operador --> 1 em 5

- Colocação do monte de caixas na paleta
- Montar uma nova caixa e colar a etiqueta
- Fecho da caixa
- Colocação da torneira na caixa
- Limpeza da torneira
- Colocação da alavanca, do perno e do tampão
- Colocação do O'ring
- Início do teste
- Aperto do cartuxo
- Colocação da torneira no módulo do aperto do cartuxo
- Colocação dos tubos
- Aperto da curva
- Controlo visual do corpo
- Colocação do acondicionador e do contraparafuso
- Colocação da caixa num monte
- Colocação dos TPI's e da pré montagem na caixa
- Colocação da torneira num saco
- Colocação da torneira no suporte de limpeza
- Colocação da tampa roscada
- Colocação da torneira no posto seguinte
- Colocação da torneira na zona de testes
- Colocação do cartuxo e restantes componentes
- Aperto dos tubos
- Colocação e aperto da cavilha
- Colocação da curva no corpo

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Secção : **Montagem**

Modelo : **Cozinhas Altas - Cozinha Style**

Tipo Linha : **CZ**

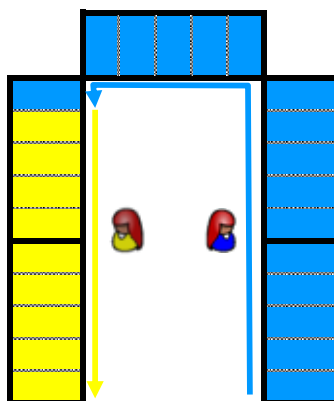
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores			
		2	3	4	
01	Controlo visual do corpo				
02	Colocação da curva no corpo				
03	Aperto da curva				
04	Colocação e aperto da cavilha				
05	Colocação dos tubos				
06	Aperto dos tubos				
07	Colocação da torneira no módulo do aperto do cartuxo				
08	Colocação do cartuxo e restantes componentes				
09	Aperto do cartuxo				
10	Colocação da torneira na zona de testes				
11	Início do teste				
12	Colocação da torneira no posto seguinte				
13	Colocação do O'ring				
14	Colocação da tampa roscada				
15	Colocação da alavanca, do perno e do tampão				
16	Colocação da torneira no suporte de limpeza				
17	Limpeza da torneira				
18	Colocação da torneira num saco				
19	Colocação da torneira na caixa				
20	Colocação dos TPI's e da pré montagem na caixa				
21	Fecho da caixa				
22	Colocação da caixa num monte				
23	Montar uma nova caixa e colar a etiqueta				
24	Colocação do acondicionador e do contraparafuso				
25	Colocação do monte de caixas na palete				
26					
27					
28					
29					

LEGENDA:

	1º Operador		4º Operador
	2º Operador		Op. partilhadas
	3º Operador		Op. de máquinas

Operações a efectuar

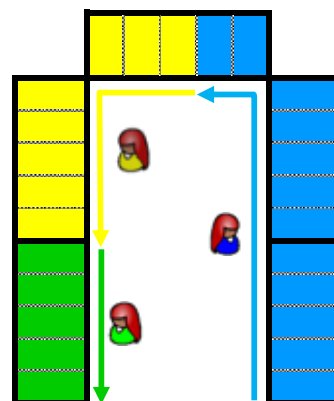
2 OPERADORES



A operação 14 "Colocação da tampa roscada" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 5
- 2º Operador --> 4 em 5

3 OPERADORES



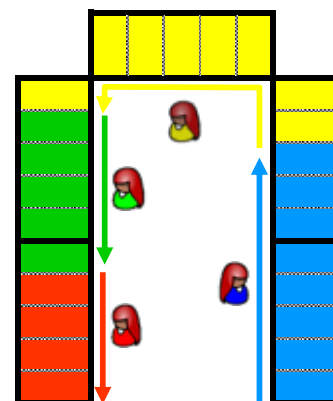
A operação 8 "Colocação do cartuxo e restantes componentes" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 3
- 2º Operador --> 2 em 3

A operação 17 "Limpeza da torneira" é partilhada:

- 2º Operador --> 1 em 2
- 3º Operador --> 1 em 2

4 OPERADORES



A operação 5 "Colocação dos tubos" é partilhada:

- 1º Operador --> 4 em 5
- 2º Operador --> 1 em 5

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	TH – Banheira Automil	400359040		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	2


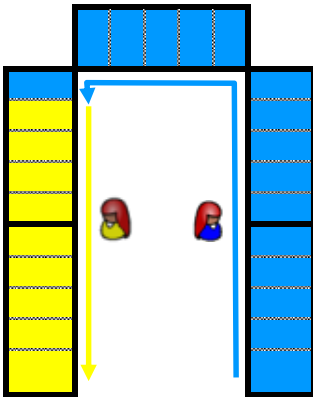
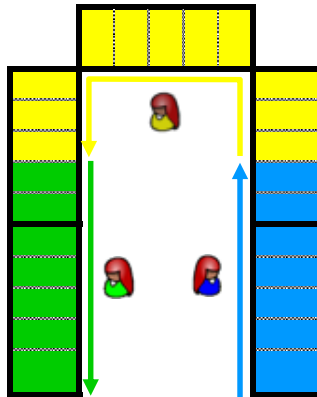
META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família TH – Banheira Automil	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
		O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação da tampa no manípulo	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo por cima e apertar
		O operador deverá colocar e apertar o castelo
		O operador deverá colocar o inversor e apertá-lo
		O operador deverá colocar o emulsor e apertá-lo
		O operador deverá colocar o cartuxo e a porca M36
		O operador deverá iniciar o aperto do cartuxo
		O operador deverá colocar a manga cinzenta
		O operador deverá colocar a toneira na zona de testes de ar e iniciá-lo
		O operador deverá colocar o botão do inversor e apertá-lo
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes de água e iniciá-lo
		O operador deverá regular a temperatura para 38°C
		O operador deverá colocar a aplicação do castelo
		O operador deverá iniciar a secagem
		O operador deverá colocar o manípulo e um parafuso com anilha
		O operador deverá apertar o manípulo e colocar a tampa
	O 1º e o 2º operadores deverão partilhar a operação de colocar o corpo no módulo giratório 67%/33% respetivamente	O operador deverá colocar o corpo no módulo giratório

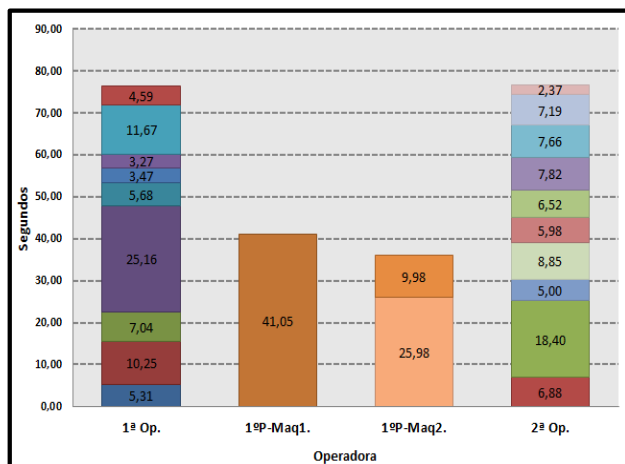
LEGENDA : 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas

	O 2º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na palete	O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar o manípulo e um parafuso
		O operador deverá apertar o manípulo
		O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a toneira num saco
		O operador deverá colocar dois crivos e duas tampas coloridas no corpo
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, os TPI, as pré-montagens e a torneira montada.
		O operador deverá colocar a caixa na palete
* A formação desta operação é dada numa linha de montagem da respetiva família de torneiras		

LEGENDA : 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas

<div></div>		<div>CORPO</div>		<div>DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES</div>									
		<div>400359040</div>		<div>Número de operadores</div>		<div>Secção : Montagem</div>		<div>Modelo : Termostáticas - Banheira Automil</div>		<div>Tipo Linha : TH</div>		<div>Distributivos: 15,80%</div>	
<div>Nº</div>		<div>DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR</div>		<div>2</div> <div>3</div>		<div>Operações a efectuar</div>							
<div>01</div>		<div>Colocação das sedes e das porcas no 1º posto</div>		<div>5,31</div> <div>5,31</div>		<div>2 OPERADORES</div> 				<div>3 OPERADORES</div> 			
<div>02</div>		<div>Limpeza, inspeção e colocação do inversor</div>		<div>10,25</div> <div>10,25</div>									
<div>03</div>		<div>Aperto das porcas, das sedes e inversor</div>		<div>7,04</div> <div>7,04</div>									
<div>04</div>		<div>Colocação de vários componentes no suporte giratório</div>		<div>25,16</div> <div>25,16</div>									
<div>05</div>		<div>Substituição dos corpos no módulo de teste</div>		<div>5,68</div> <div>5,68</div>									
<div>06</div>		<div>1º Teste</div>		<div>41,05</div> <div>41,05</div>									
<div>07</div>		<div>Colocação do botão do inversor</div>		<div>3,47</div> <div>3,47</div>									
<div>08</div>		<div>2º Teste (Teste de água)</div>		<div>25,98</div> <div>25,98</div>									
<div>09</div>		<div>Colocação da aplicação do castelo</div>		<div>3,27</div> <div>3,27</div>									
<div>10</div>		<div>Colocação do manipulô e regulação da temperatura</div>		<div>11,67</div> <div>11,67</div>									
<div>11</div>		<div>Iniciar a secagem</div>		<div>9,98</div> <div>9,98</div>									
<div>12</div>		<div>Colocação do manipulô e da válvula antiretorno</div>		<div>11,47</div> <div>11,47</div>									
<div>13</div>		<div>Limpeza e inspeção visual da torneira</div>		<div>18,40</div> <div>18,40</div>									
<div>14</div>		<div>Colocação da torneira num saco</div>		<div>5,00</div> <div>5,00</div>									
<div>15</div>		<div>Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira no acondicionador</div>		<div>8,85</div> <div>8,85</div>									
<div>16</div>		<div>Montar nova caixa</div>		<div>5,98</div> <div>5,98</div>									
<div>17</div>		<div>Colocação do acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa</div>		<div>6,52</div> <div>6,52</div>		<div>STANDARD:</div>		<div>min/100peças</div>		<div>⇒ 2 Pessoas ⇒ Tciclo = 132,2 Seg</div>			
<div>18</div>		<div>Colocação de outro acondicionador e dos TPI's na caixa</div>		<div>7,82</div> <div>7,82</div>		<div>450</div> <div>7,5</div>		<div>2</div>		<div>450</div> <div>7,5</div>			
<div>19</div>		<div>Fechar a caixa e colocá-la num monte</div>		<div>7,66</div> <div>7,66</div>		<div>Nº Operadoras</div>		<div>2</div>		<div>Nº Operadoras</div>			
<div>20</div>		<div>Colocação do monte de caixas na palete</div>		<div>7,19</div> <div>7,19</div>		<div>Peças por Turno</div>		<div>204</div>		<div>Peças por Turno</div>			
<div>21</div>		<div>Colocação do acondicionador da torneira em cima da bancada</div>		<div>2,37</div> <div>2,37</div>		<div>Peças por Hora</div>		<div>27</div>		<div>Peças por Hora</div>			
<div>22</div>						<div>Tciclo = 132,2 Seg</div>				<div>Tciclo = 88,2 Seg</div>			
<div>23</div>						<div>TEMPOS REAIS</div>				<div>TEMPOS REAIS</div>			
<div>24</div>						<div>Bottleneck</div>		<div>76,7</div>		<div>Bottleneck</div>			
<div>25</div>						<div>1ª Operadora</div>		<div>76,4</div>		<div>1ª Operadora</div>			
<div>26</div>						<div>2ª Operadora</div>		<div>76,7</div>		<div>2ª Operadora</div>			
<div>27</div>										<div>3ª Operadora</div>			
<div>28</div>										<div>51,4</div>			
<div>29</div>										<div>50,6</div>			
<div>LEGENDA:</div>		<div>1º Operador</div>		<div>Op. partilhadas</div>						<div>51,1</div>			
		<div>2º Operador</div>		<div>Op. de máquinas</div>						<div>51,4</div>			
		<div>3º Operador</div>				<div>Unidade: segundos</div>				<div>Unidade: segundos</div>			

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

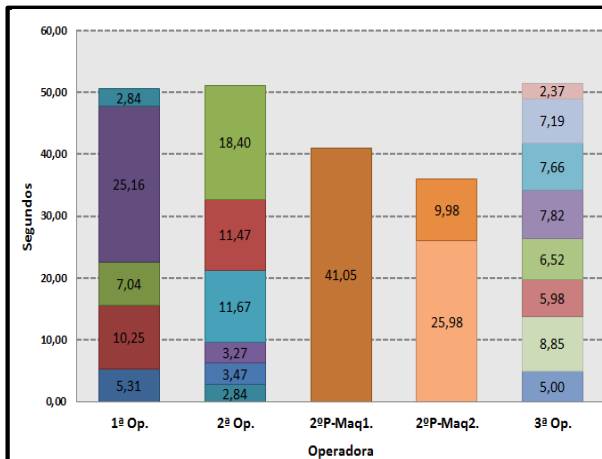


	1º	2º
Tempo Total por Operador	76,44	76,68
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%	
Tempo do Operador com distributivos	88,52	88,80

A operação 12 "Colocação do manípulo e da válvula antiretorno" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 5
- 2º Operador --> 3 em 5

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	50,60	51,13	51,39
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%		
Tempo do Operador com distributivos	58,59	59,21	59,51

A operação 5 "Substituição dos corpos nos módulos de teste" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

Colocação o acondicionador da torneira em cima da bancada	Colocação do monte de caixas na palete
Fechar a caixa e colocá-la num monte	Colocação de outro acondicionador e dos TPI's na caixa
Colocação do acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa	Montar nova caixa
Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira no acondicionador	Colocação da torneira num saco
Limpeza e inspeção visual da torneira	Colocação do manípulo e da válvula antiretorno
Iniciar a secagem	Colocação do manípulo e regulação da temperatura
Colocação da aplicação do castelo	2º Teste (Teste de água)
Colocação do botão do inversor	1º Teste
Substituição dos corpos no módulo de teste	Colocação de vários componentes no suporte giratório
Aperto das porcas, das sedes e inversor	Limpeza, inspeção e colocação do inversor
Colocação das sedes e das porcas no 1º posto	

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Termostáticas - Banheira Automil**

Tipo Linha : **TH**

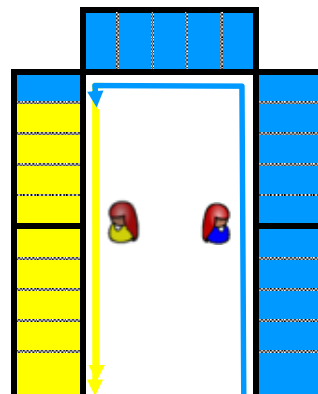
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Número de operadores	
		2	3
01	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto		
02	Limpeza, inspeção e colocação do inversor		
03	Aperto das porcas, das sedes e inversor		
04	Colocação de vários componentes no suporte giratório		
05	Substituição dos corpos no módulo de teste		
06	1º Teste		
07	Colocação do botão do inversor		
08	2º Teste (Teste de água)		
09	Colocação da aplicação do castelo		
10	Colocação do manipul e regulação da temperatura		
11	Iniciar a secagem		
12	Colocação do manipul e da válvula antiretorno		
13	Limpeza e inspeção visual da torneira		
14	Colocação da torneira num saco		
15	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira no acondicionador		
16	Montar nova caixa		
17	Colocação do acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa		
18	Colocação de outro acondicionador e dos TPI's na caixa		
19	Fechar a caixa e colocá-la num monte		
20	Colocação do monte de caixas na palete		
21	Colocação do acondicionador da torneira em cima da bancada		
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

LEGENDA:

 1º Operador	 Op. partilhadas
 2º Operador	 Op. de máquinas
 3º Operador	

Operações a efectuar

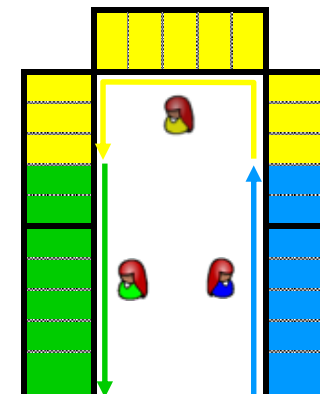
2 OPERADORES



A operação 12 "Colocação do manipul e da válvula antiretorno" é partilhada:

- 1º Operador --> 2 em 5
- 2º Operador --> 3 em 5

3 OPERADORES



A operação 5 "Substituição dos corpos no módulo de teste" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	TH – Chuveiro Automil	65507040		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	2

META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família TH – Chuveiro Automil	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até à colocação do corpo no módulo giratório	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo por cima e apertar
		O operador deverá colocar e apertar o castelo
		O operador deverá colocar o casquilho cromado e apertá-lo
		O operador deverá colocar o cartuxo e a porca M36
		O operador deverá iniciar o aperto do cartuxo
		O operador deverá colocar a manga cinzenta
		O operador deverá colocar a toneira na zona de testes de ar e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes de água e iniciá-lo
		O operador deverá regular a temperatura para 38°C
		O operador deverá colocar a aplicação do castelo
		O operador deverá iniciar a secagem
		O operador deverá colocar o manípulo e um parafuso com anilha
		O operador deverá apertar o manípulo
		O operador deverá colocar a tampa no manípulo
		O operador deverá colocar o corpo no módulo giratório
	O 2º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá colocar o manípulo e um parafuso
		O operador deverá apertar o manípulo
		O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas

		O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá colocar dois crivos e duas tampas coloridas no corpo
		O operador deverá montar uma nova caixa e colar a etiqueta
		O operador deverá colocar no interior de caixa todos os acondicionadores, os TPI, as pré-montagens e a torneira montada
		O operador deverá colocar a caixa na palete
* A formação desta operação é dada numa linha de montagem da respetiva família de torneiras		

LEGENDA :  1º Operador  2º Operador  Op. partilhadas



CORPO

65507040

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Termostáticas - Chuveiro Automil**

Tipo Linha : **TH**

Distributivos : **15,80%**

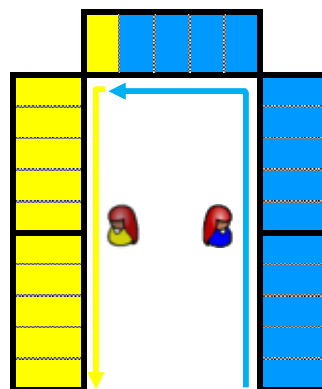
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Operações a efectuar	
		2	3
01	Limpeza, inspeção e colocação do inversor	10,86	10,86
02	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto	5,19	5,19
03	Aperto das sedes e das porcas	3,50	3,50
04	Aperto do inversor	2,56	2,56
05	Colocação de vários componentes no suporte giratório	22,43	22,43
06	Colocação do corpo no 1º módulo de testes	3,14	3,14
07	1º Teste	26,35	26,35
08	Colocação do corpo no teste de água	3,03	3,03
09	2º Teste (teste de água)	20,32	20,32
10	Colocação da aplicação do castelo e regulação da temperatura	8,32	8,32
11	Iniciar a Secagem	10,06	10,06
12	Colocação do 1º manípulo	11,20	11,20
13	Colocar a torneira no suporte	3,42	3,42
14	Colocação da válvula anti-retorno e o manípulo	6,12	6,12
15	Colocação do parafuso e da tampa no manípulo	7,68	7,68
16	Limpeza e inspeção visual da torneira	10,95	10,95
17	Colocação da torneira num saco e limpeza do lado interior	6,26	6,26
18	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira dentro do saco no acondicionador	9,48	9,48
19	Montar nova caixa	6,98	6,98
20	Colocar o acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa	4,63	4,63
21	Colocar outro acondicionador na caixa	3,49	3,49
22	Colocar TPI's na caixa	4,39	4,39
23	Fechar a caixa e colocá-la num monte	9,39	9,39
24	Colocar monte de caixas na palete	2,30	2,30
25	Colocar o acondicionador da torneira em cima da bancada	1,92	1,92
26			
27			
28			
29			

LEGENDA:

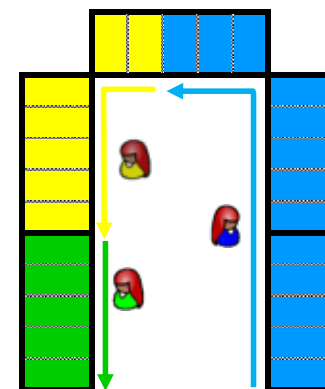
 1º Operador	 Op. partilhadas
 2º Operador	 Op. de máquinas
 3º Operador	

Unidade: segundos

2 OPERADORES



3 OPERADORES



STANDARD:

min/100peças
160,0



2 Pessoas



Tciclo = 96,0 Seg

Turno [Min/H]	450	7,5
Nº Operadoras	2	
Peças por Turno	281	
Peças por Hora	37	

Tciclo = 96,0 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	73,7
1ª Operadora	73,7
2ª Operadora	73,6

Unidade: segundos

Tempo por Turno	450	7,5
Nº Operadoras	3	
Peças por Turno	421	
Peças por Hora	56	

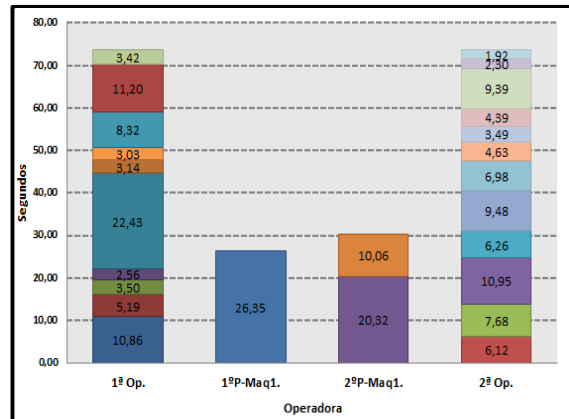
Tciclo = 64,0 Seg

TEMPOS REAIS

Bottleneck	49,2
1ª Operadora	49,2
2ª Operadora	49,2
3ª Operadora	48,8

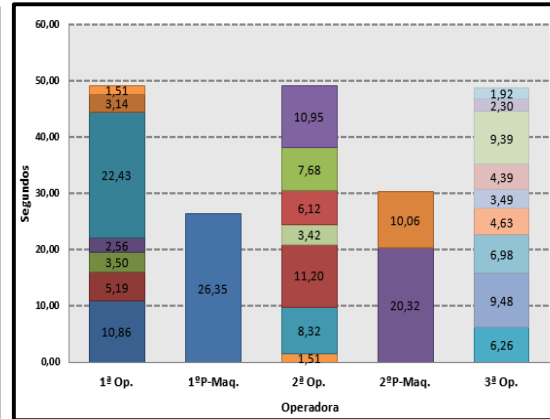
Unidade: segundos

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES



	1º	2º
Tempo Total por Operador	73,66	73,59
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%	
Tempo do Operador com distributivos	85,30	85,22

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	49,21	49,2	48,84
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%		
Tempo do Operador com distributivos	56,99	56,97	56,56

A operação 8 "Colocação do corpo no teste de água" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

Colocar o acondicionador da torneira em cima da bancada	Colocar monte de caixas na paleta
Fechar a caixa e colocá-la num monte	Colocar TPI's na caixa
Colocar outro acondicionador na caixa	Colocar o acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa
Montar nova caixa	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira dentro do saco no acondicionador
Colocação da torneira num saco e limpeza do lado interior	Limpeza e inspeção visual da torneira
Colocação do parafuso e da tampa no manipul	Colocação da válvula anti-retorno e o manipul
Colocar a torneira no suporte	Colocação do 1º manipul
Iniciar a Secagem	Colocação da aplicação do castelo e regulação da temperatura
2º Teste (teste de água)	Colocação do corpo no teste de água
1º Teste	Colocação do corpo no 1º módulo de testes
Colocação de vários componentes no suporte giratório	Aperto do inversor
Aperto das sedes e das porcas	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto
Limpeza, inspeção e colocação do inversor	



CORPO

65507040

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Termostáticas - Chuveiro Automil**

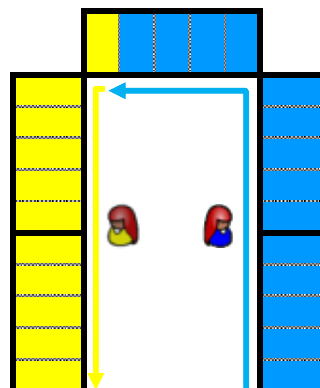
Tipo Linha : **TH**

Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR
01	Limpeza, inspeção e colocação do inversor
02	Colocação das sedes e das porcas no 1º posto
03	Aperto das sedes e das porcas
04	Aperto do inversor
05	Colocação de vários componentes no suporte giratório
06	Colocação do corpo no 1º módulo de testes
07	1º Teste
08	Colocação do corpo no teste de água
09	2º Teste (teste de água)
10	Colocação da aplicação do castelo e regulação da temperatura
11	Iniciar a Secagem
12	Colocação do 1º manípulo
13	Colocar a torneira no suporte
14	Colocação da válvula anti-retorno e o manípulo
15	Colocação do parafuso e da tampa no manípulo
16	Limpeza e inspeção visual da torneira
17	Colocação da torneira num saco e limpeza do lado interior
18	Colocação dos crivos e das tampas coloridas e coloca a torneira dentro do saco no acondicionador
19	Montar nova caixa
20	Colocar o acondicionador com a torneira e uma pré montagem na caixa
21	Colocar outro acondicionador na caixa
22	Colocar TPI's na caixa
23	Fechar a caixa e colocá-la num monte
24	Colocar monte de caixas na paleta
25	Colocar o acondicionador da torneira em cima da bancada
26	
27	
28	
29	

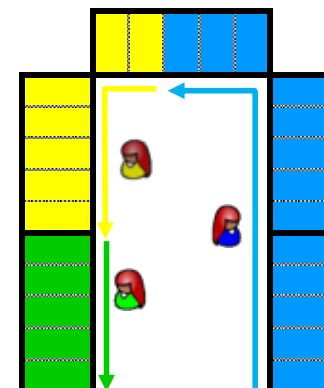
2 3

Operações a efectuar

2 OPERADORES



3 OPERADORES



A operação 8 "Colocação do corpo no teste de água" é partilhada:

- 1º Operador --> 1 em 2
- 2º Operador --> 1 em 2

LEGENDA:

 1º Operador	 Op. partilhadas
 2º Operador	 Op. de máquinas
 3º Operador	

CURSO	MÓDULO	CORPO	PRODUTO	FORMADOR
Montagem	TH – Chuveiro Rainshower	64593140		

DATA	DURAÇÃO DA SESSÃO	LOCAL	DESTINATÁRIOS	Nº DE FORMANDOS
		Grohe	Novos operários / Operários inexperientes	2


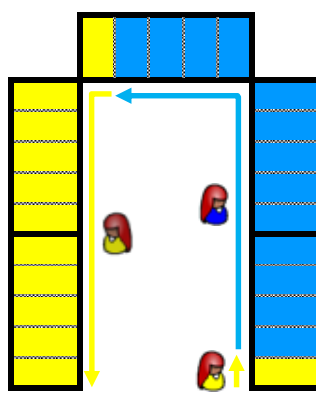
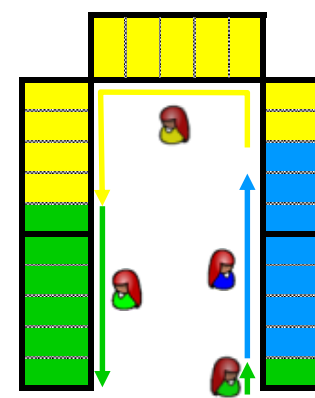
META E FINALIDADE	Sensibilizar e dotar novos operadores dos conhecimentos básicos para efetuarem a montagem de uma torneira nesta família de produtos
-------------------	---

OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	OBJETIVOS OPERACIONAIS
Montagem de uma toneira da família TH – Chuveiro Rainshower	O operador deverá reconhecer cada componente e a sua ordem de montagem	O operador deverá identificar cada componente
		Operador deverá indicar a sua ordem de montagem
	O operador deverá delimitar a sua área de trabalho	O operador deverá identificar as operações a ele correspondentes
	O 2º operador deverá efetuar todas as operações num módulo à parte até à colocação do castelo inversor no corpo	O operador deverá colocar a banha no adaptador
		O operador deverá colocar o disco do lado da banha
		O operador deverá colocar o corpo por cima do adaptador
		O operador deverá prensar com a máquina
		O operador deverá colocar o silenciador
		O operador deverá colocar o castelo inversor da água
	O 1º operador deverá efetuar todas as operações até ao início da secagem	O operador deverá colocar as sedes e as porcas no módulo
		O operador deverá pegar no corpo e efetuar a limpeza e inspeção visual
		O operador deverá colocar o corpo por cima e apertar
		O operador deverá colocar o casquilho cromado com O'ring e apertá-lo
		O operador deverá colocar o vedante, o casquilho da pré-montagem e apertá-lo
		O operador deverá colocar o cartuxo e a porca M36
		O operador deverá iniciar o aperto do cartuxo
		O operador deverá colocar a manga cinzenta e o stop azul de plástico
		O operador deverá colocar o manipulador, o parafuso e apertá-lo
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes de ar e iniciá-lo
		O operador deverá colocar a torneira na zona de testes de água e iniciá-lo*
		O operador deverá regular a temperatura para 38°C*

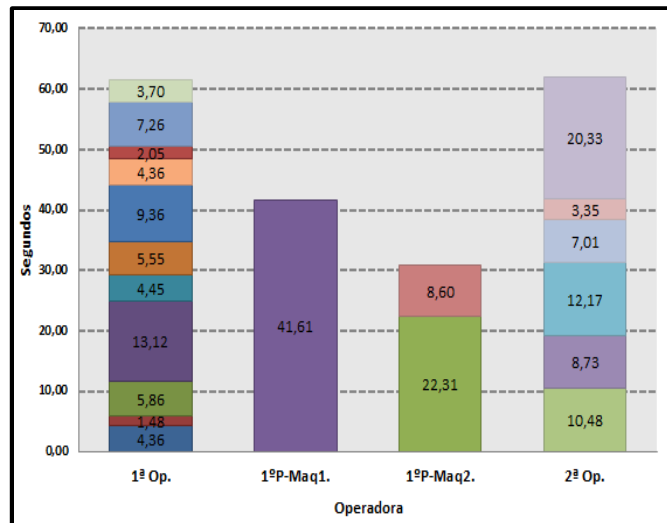
LEGENDA : 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas

		O operador deverá colocar as bolas autocolantes coloridas no corpo*
		O operador deverá iniciar a secagem*
	O 2º operador deverá efetuar todas as restantes operações até à colocação da torneira embalada na paleta	O operador deverá colocar o manípulo e um parafuso com anilha*
		O operador deverá apertar o manípulo*
		O operador deverá colocar a tampa no manípulo*
		O operador deverá colocar o corpo no módulo giratório
		O operador deverá colocar a tampa do 1º manípulo
		O operador deverá colocar a válvula antiretorno
		O operador deverá efetuar a limpeza e a inspeção visual final da torneira
		O operador deverá colocar a torneira num saco
		O operador deverá colocar a torneira no cesto
	* A formação desta operação é dada numa linha de montagem da respetiva família de torneiras	

LEGENDA: 1º Operador 2º Operador Op. partilhadas

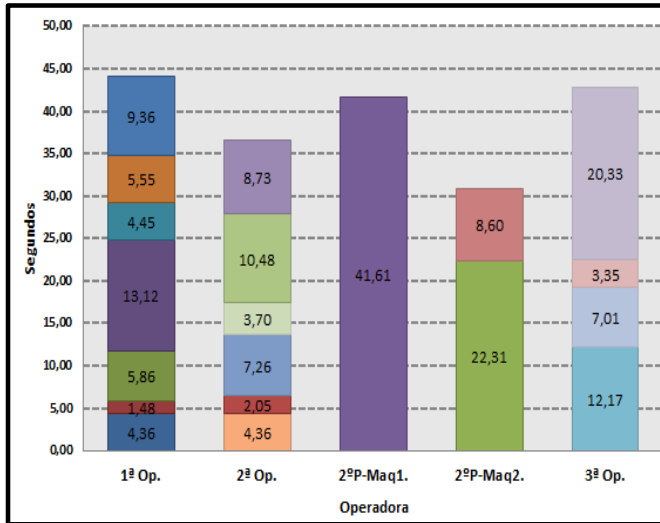
		CORPO		DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES			
64593140		Número de operadores		Secção : Montagem	Modelo : Termostáticas - Chuveiro Rainshower	Tipo Linha : TH	Distributivos : 15,80%
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR	Operações a efectuar					
		2	3				
01	Aperto das sedes e das porcas	20,33	20,33	<div> <div>2 OPERADORES</div>  </div> <div> <div>3 OPERADORES</div>  </div>			
02	Aperto do castelo inversor	4,36	4,36				
03	Colocação do corpo no módulo giratório e das porcas e das sedes no primeiro módulo	1,48	1,48				
04	Colocação da manga cinzenta, stop azul e manipul	5,86	5,86				
05	Colocação e aperto do casquilho cromado	13,12	13,12				
06	Colocação do vedante e do casquilho	4,45	4,45				
07	Colocação e aperto do cartuxo e da porca M36	5,55	5,55				
08	Substitui a torneira do teste de ar	9,36	9,36				
09	Inicia o teste de ar	4,36	4,36				
10	Substitui a torneira no teste de água	41,61	41,61				
11	Inicio do teste de água	2,05	2,05				
12	Regulação da temperatura a 38°C	22,31	22,31				
13	Colocação dos autocolantes coloridos	7,26	7,26				
14	Iniciar a Secagem	3,70	3,70				
15	Colocação do manipul	8,60	8,60				
16	Colocação da Válvula e da tampa	10,48	10,48				
17	Limpeza e inspeção visual da torneira	8,73	8,73				
18	Colocação da torneira num saco e num cesto	12,17	12,17				
19	Colocação do cesto na paleta	7,01	7,01				
20	Colocação do adaptador, do silenciador e do castelo inversor	3,35	3,35	<div> <div>STANDARD:</div> <div>min/100peças 225,0</div> <div>⇒ 2 Pessoas ⇒ Tciclo = 135,0 Seg</div> </div>			
21				<div> <div>Turno [Min/H] 450 7,5</div> <div>Nº Operadoras 2</div> <div>Peças por Turno 200</div> <div>Peças por Hora 26</div> <div>Tciclo = 135,0 Seg</div> <div>TEMPOS REAIS</div> <div>Bottleneck 62,1</div> <div>1ª Operadora 61,6</div> <div>2ª Operadora 62,1</div> <div>Unidade: segundos</div> </div>			
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
<div> <div>LEGENDA:</div> <div> <div>1º Operador</div> <div>2º Operador</div> <div>3º Operador</div> </div> <div> <div>Op. partilhadas</div> <div>Op. de máquinas</div> </div> </div>		Unidade: segundos		<div> <div>Tempo por Turno 450 7,5</div> <div>Nº Operadoras 3</div> <div>Peças por Turno 300</div> <div>Peças por Hora 40</div> <div>Tciclo = 90,0 Seg</div> <div>TEMPOS REAIS</div> <div>Bottleneck 44,2</div> <div>1ª Operadora 44,2</div> <div>2ª Operadora 41,6</div> <div>3ª Operadora 42,9</div> <div>Unidade: segundos</div> </div>			

BALANCEAMENTO PARA 2 OPERADORES

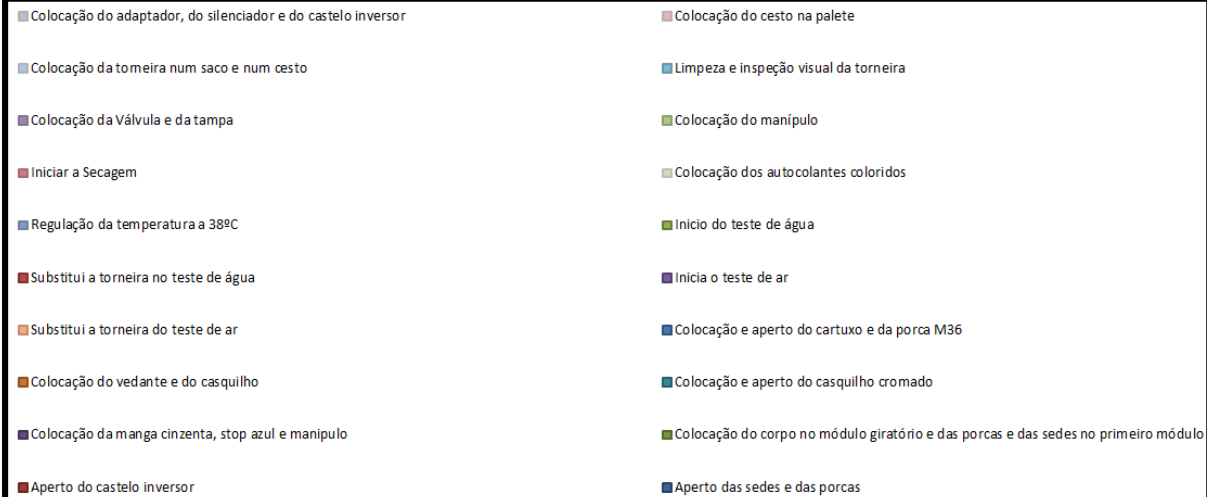


	1º	2º
Tempo Total por Operador	61,56	62,08
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%	
Tempo do Operador com distributivos	71,29	71,89

BALANCEAMENTO PARA 3 OPERADORES



	1º	2º	3º
Tempo Total por Operador	44,18	41,61	42,87
% de Tempos distributivos a considerar	15,8%		
Tempo do Operador com distributivos	51,16	48,18	49,64





CORPO

64593140

DISTRIBUIÇÃO DOS OPERADORES

Número de operadores

Secção : **Montagem**

Modelo : **Termostáticas - Chuveiro Rainshower**

Tipo Linha : **TH**

Nº DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES A REALIZAR

2 3

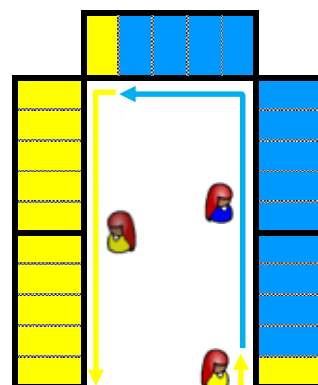
Operações a efectuar

01	Aperto das sedes e das porcas
02	Aperto do castelo inversor
03	Colocação do corpo no módulo giratório e das porcas e das sedes no primeiro módulo
04	Colocação da manga cinzenta, stop azul e manipul
05	Colocação e aperto do casquilho cromado
06	Colocação do vedante e do casquilho
07	Colocação e aperto do cartuxo e da porca M36
08	Substitui a torneira do teste de ar
09	Inicia o teste de ar
10	Substitui a torneira no teste de água
11	Início do teste de água
12	Regulação da temperatura a 38°C
13	Colocação dos autocolantes coloridos
14	Iniciar a Secagem
15	Colocação do manipul
16	Colocação da Válvula e da tampa
17	Limpeza e inspeção visual da torneira
18	Colocação da torneira num saco e num cesto
19	Colocação do cesto na paleta
20	Colocação do adaptador, do silenciador e do castelo inversor
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	

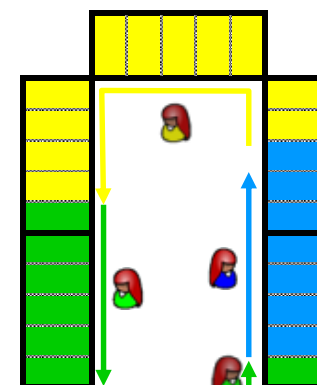
LEGENDA:

 1º Operador	 Op. partilhadas
 2º Operador	 Op. de máquinas
 3º Operador	

2 OPERADORES



3 OPERADORES



Anexo C. Apresentação “Departamento de Montagem”

No presente anexo encontra-se a apresentação elaborada para o segundo dia do procedimento da formação, que demonstra de forma resumida toda a estrutura e todo o funcionamento do departamento de montagem.



LINHAS DE MONTAGEM



NOVE GRANDES GRUPOS DE LINHAS DE MONTAGEM

Clássicas	CA01	Termostáticas	TH01
	CA02		TH02
	CA03		TH03
	CA04		TH04
	CO01		TH05
	CO02	Red and Blue	BR01
	AT01		BR02
	TC01	Pré-Montagens	VE01
	UN01		BI01
Banheiros/Chuveiros	BC01		PM01
	BC02		INV
	BC03	Cartuchos Termostáticos	TIRA
	BC04		CHTX01
Cozinhas Baixas	CZ01		CHTX02
	CZ02		CHTX03
	CZ03		
Cozinhas Altas	CZ04		
	CZ05		
Lavatórios/Bidés	LB01		
	LB02		
	LB03		
	LB04		
	LB05		

2

LINHAS DE MONTAGEM



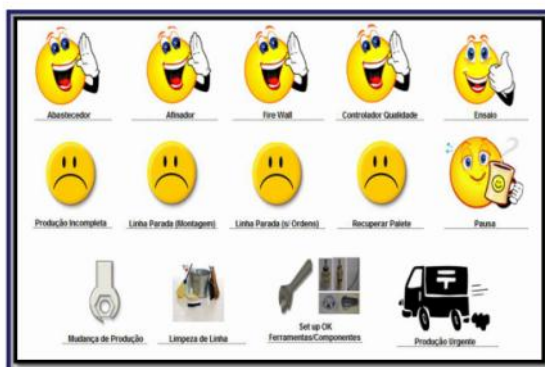
FORMATO DAS LINHAS --> U

- aproximação das operadoras
- maior entreaajuda
- facilidade no abastecimento

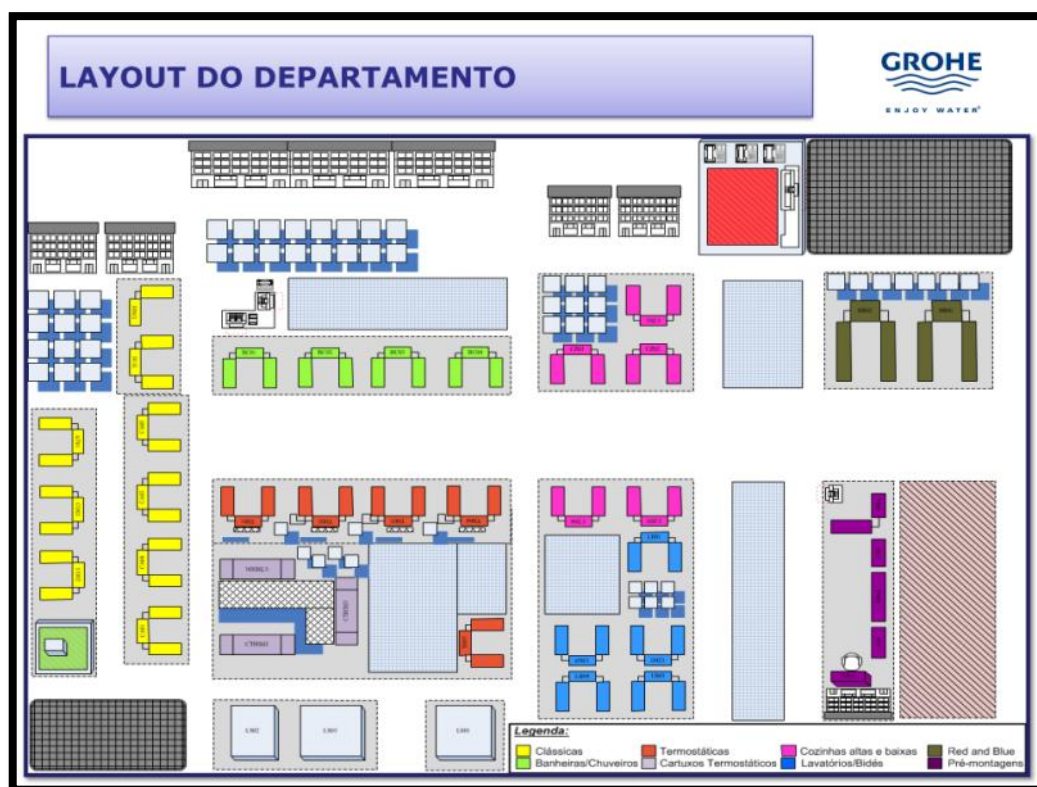


SINALIZAÇÃO VISUAL DAS LINHAS

Este sistema permite um controlo visual rápido e eficaz sobre todas as linhas



3



ABASTECIMENTO DE MATERIAL



ABASTECIMENTO DE MATERIAL ATRAVÉS DOS COMBOIOS



ABASTECIMENTO DE MATERIAL ATRAVÉS DOS CARROS MANUAIS



6

ABASTECIMENTO DOS CORPOS



ABASTECIMENTO DOS CORPOS EM SUSPENSÕES



ABASTECIMENTO DOS CORPOS EM CESTOS



7

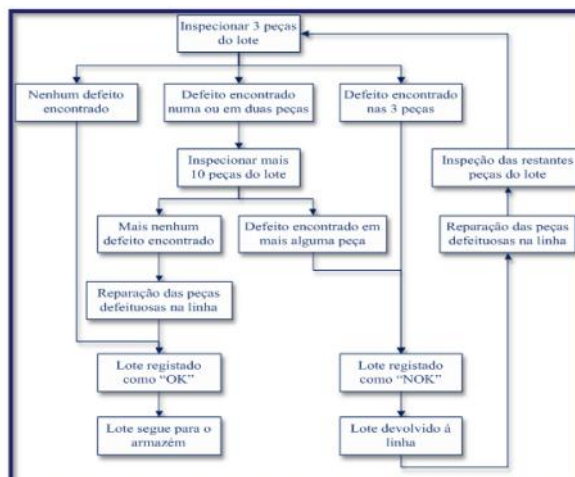
EQUIPA DE FIREWALL



A “*Firewall*” é uma equipa do departamento de montagem que faz inspeção às paletes, após o embalamento da torneira.

Os tipos de defeitos que se poderão encontrar nas peças acabadas devem-se a vários fatores:

- Montagem incorreta;
- Falta de componentes;
- Pancada;
- Falha na gravação;
- Defeito proveniente da galvanica;
- Defeito de escolha amarela (defeitos que deveriam ter sido detetados anteriormente);
- Entre outros.



8



OBRIGADO

Anexo D. Processo de Montagem das Torneiras *Red and Blue*

O processo de montagem das torneiras *Red and Blue* contém os seguintes passos:

- Inicialmente o corpo é inspecionado e controlado visualmente para, de seguida, ser colocado no dispositivo de gravação, como se pode ver na Figura D 1;



Figura D 1 Corpo e colocação do corpo no dispositivo de gravação

- Posteriormente o corpo é colocado no módulo de aperto do cartuxo, seguido pela colocação do casquilho e do próprio cartuxo (ver Figura D 2);

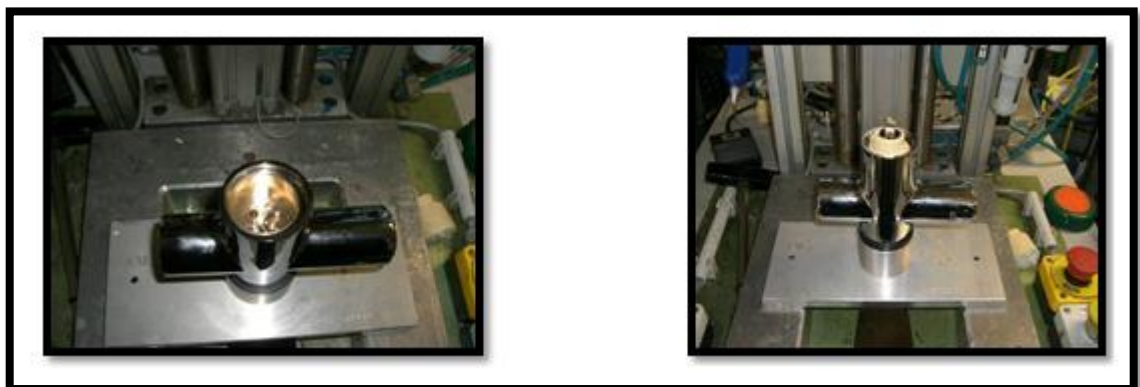


Figura D 2 Colocação do corpo no módulo, e do casquilho e do cartuxo no corpo

- Seguidamente é colocado o anel roscado e, por fim, carrega-se nos botões para dar início ao aperto do cartuxo, como se mostra na Figura D 3;



Figura D 3 Colocação do anel roscado e aperto do cartuxo

- Terminada esta operação, e como se apresenta na Figura D 4, o corpo é colocado no suporte seguinte e é desenrolado o cabo do *display*.



Figura D 4 Colocação do corpo no suporte seguinte e desenrolar cabo do *display*

- O *display* é colocado no corpo e, no fim, é enrolado novamente o seu cabo (ver Figura D 5).

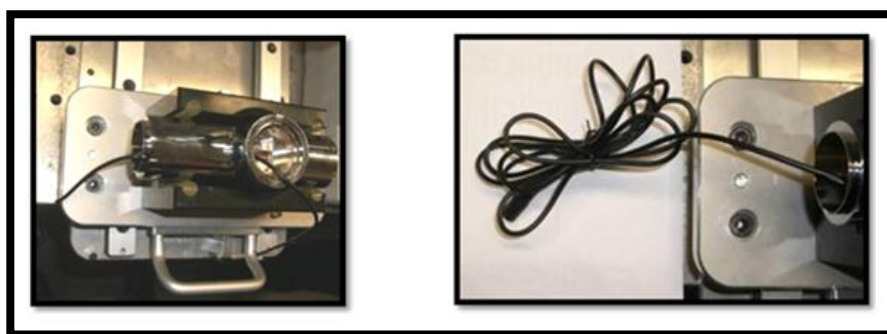


Figura D 5 Colocação do cabo do *display* no corpo e cabo do *display* enrolado

- De seguida é colocado o castelo no corpo e é prensado de forma a fixá-lo, como se apresenta na Figura D 6;

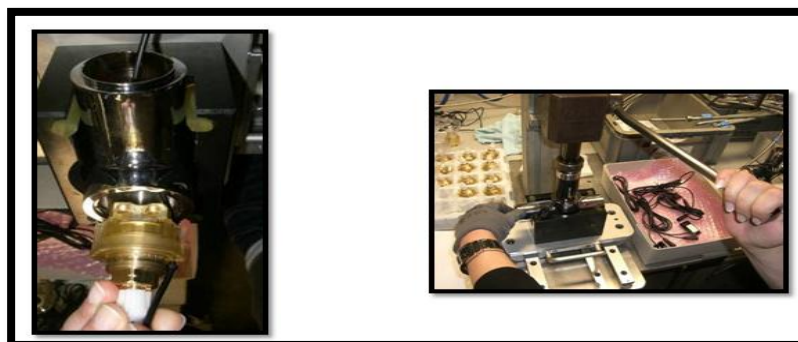


Figura D 6 Colocação do castelo no corpo e a sua prensagem

- Como se pode ver na Figura D 7, o corpo é colocado no suporte seguinte e são colocados os tubos flexíveis e a cavilha;

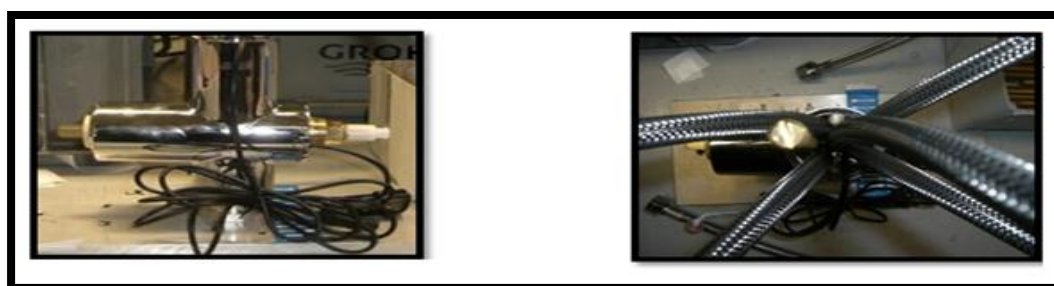


Figura D 7 Colocação do corpo no suporte seguinte e colocação dos tubos flexíveis e da cavilha

- Posteriormente a bica é desembulhada, inspecionada visualmente e colocada no suporte, como mostrado na Figura D 8;

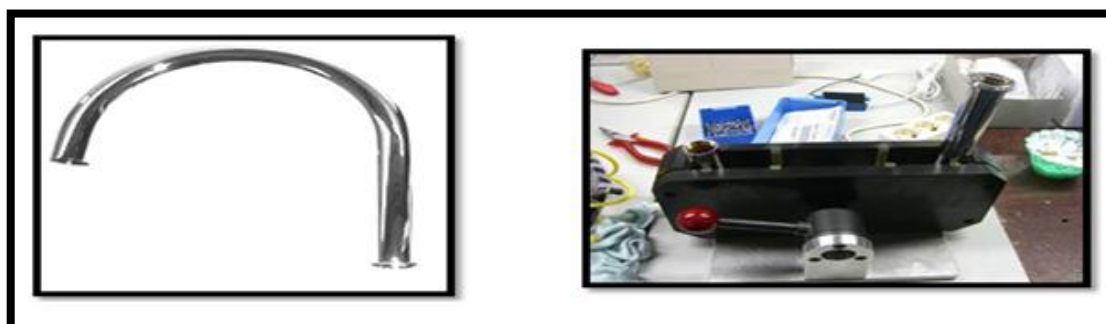


Figura D 8 Desembrulhar a bica e colocá-la no suporte

- A bica é lubrificada ligeiramente sendo de seguida colocado sobre esta o anel de deslizamento (ver Figura D 9);



Figura D 9 Lubrificação da bica e colocação sobre esta do anel de deslizamento

- Como se pode ver na Figura D 10, o corpo é colocado no suporte seguinte e é colocado o tubo de silicone no corpo da bica;

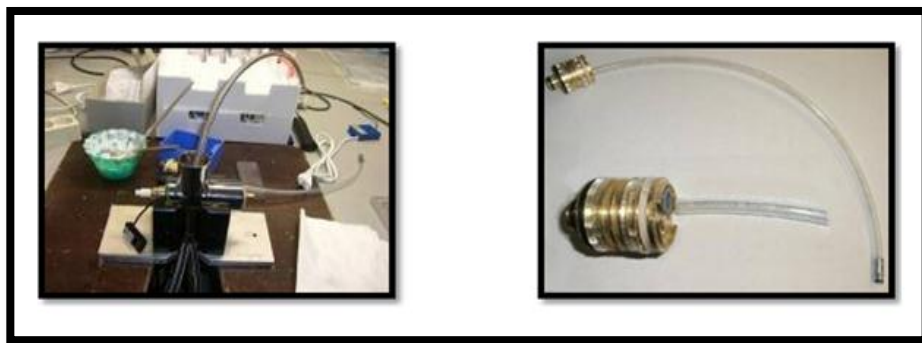


Figura D 10 Colocação do corpo no suporte seguinte e do tubo de silicone no corpo da bica

- De seguida o tubo flexível passa pelo interior do corpo da bica, sendo este último posteriormente colocado sobre a bica (ver Figura D 11);

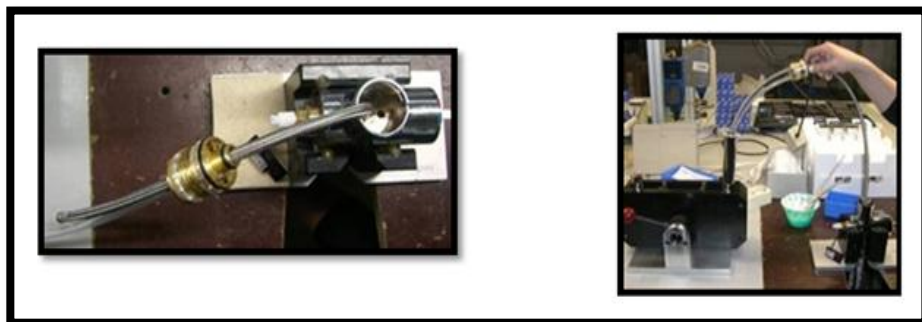


Figura D 11 Colocação do corpo no suporte seguinte e da mangueira no corpo da bica

- De seguida, como se mostra na Figura D 12, são colocados os vedantes nos parafusos, o corpo da bica é preso com estes mesmos parafusos e é lubrificado;



Figura D 12 Colocação dos vedantes nos parafusos, prender o corpo da bica e lubrificá-la

- Após isto, a bica é encaixada no corpo e é colocado o freio, como se pode ver na Figura D 13;



Figura D 13 Encaixe da bica no corpo e colocação do freio

- O corpo, já com a bica, é então colocado na zona de testes e, com o auxílio de um alicate, o tubo flexível e o tubo de silicone são puxados e presos com a matriz de fixação, sendo também posteriormente lubrificados (ver Figura D 14);

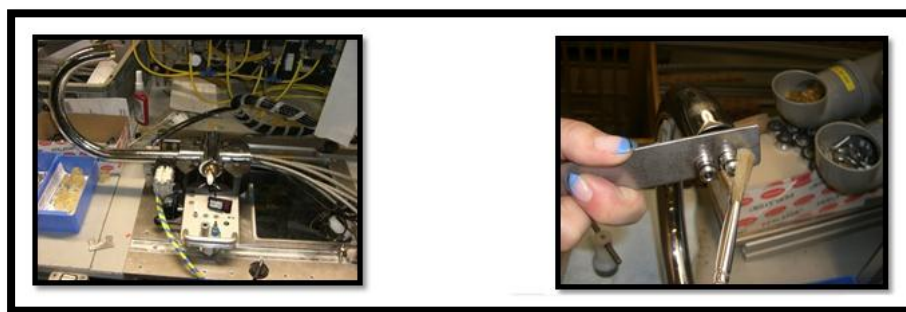


Figura D 14 Colocação do corpo na zona de testes, fixação e lubrificação dos tubos

- Após este passo, é colocado o conector do emulsor nas pontas dos tubos e um clip de fixação, como mostrado na Figura D 15;



Figura D 15 Colocação do conector do emulsor e do clip de fixação

- Seguidamente é retirado o pente fixador (matriz de fixação) e o conector do emulsor é pressionado para o interior da bica (ver Figura D 16);



Figura D 16 Remover pente fixador e empurrar o conector do emulsor

- Após esta fase de montagem propriamente dita, todos os tubos são ligados na zona de testes, como se mostra na Figura D 17;

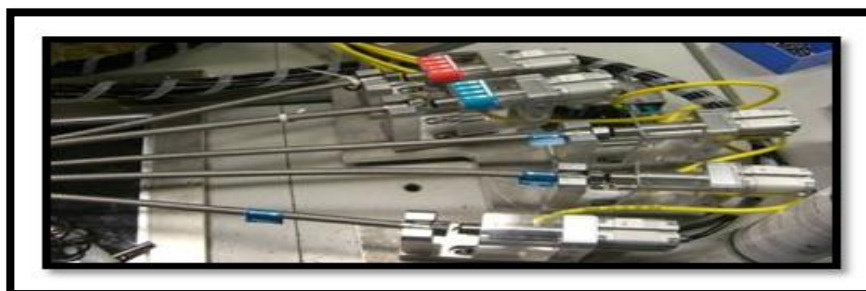


Figura D 17 Ligações dos tubos na zona de testes

- Começa-se por fechar o castelo e o cartuxo, como se apresenta na Figura D 18, e é iniciado o primeiro teste;



Figura D 18 Fechar o castelo, o cartuxo e iniciar o primeiro teste

- Após o primeiro teste o castelo e o cartuxo são abertos (ver Figura D 19) e é iniciado o segundo teste;

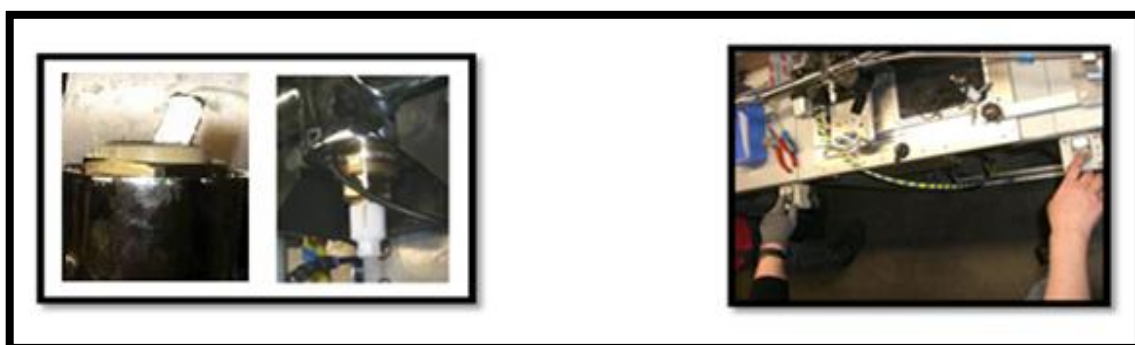


Figura D 19 Abrir o castelo, o cartuxo e iniciar o segundo teste

- De seguida a “boca” da bica é tamponada, como se pode ver na Figura D 20, e são conectados dois tubos para posteriormente se dar início ao terceiro e último teste.

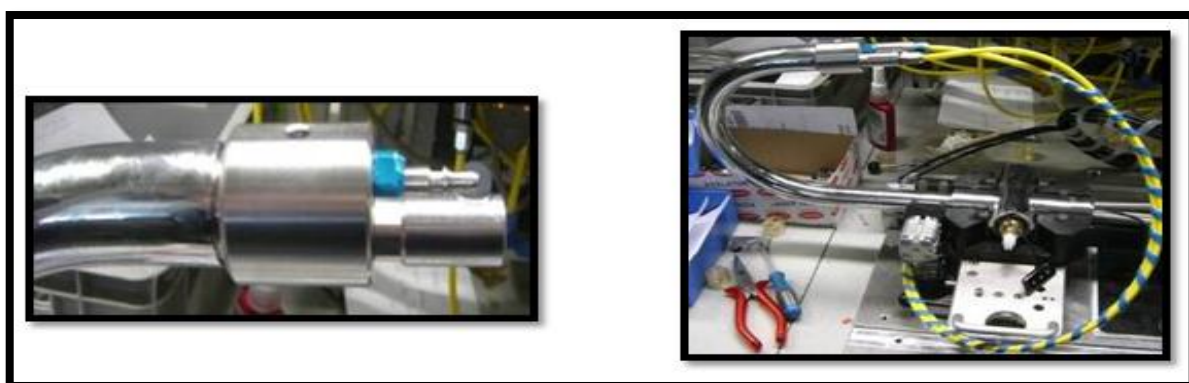


Figura D 20 Tamponar a “boca” da bica e ligação dos tubos ao tampão colocado

- Após a finalização do teste é colocado na “boca” da bica o emulsor e são coladas as etiquetas coloridas nos tubos flexíveis, como se mostra na Figura D 21;

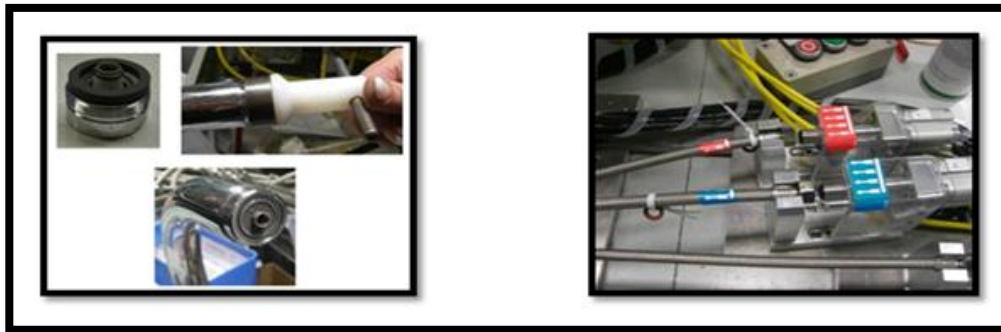


Figura D 21 Colocação do emulsor e das etiquetas coloridas

- De seguida a torneira é colocada no suporte seguinte e são lubrificados o manípulo e o fio (ver Figura D 22);



Figura D 22 Colocação da torneira no posto seguinte e lubrificação do manípulo e do fio

- Como se pode ver na Figura D 23, o dispositivo é depois colocado no manípulo, a manga é colocada na torneira e o castelo é fechado;



Figura D 23 Colocação do dispositivo no manípulo, da manga e fecho do castelo

- Seguidamente o *display* é conectado a um dispositivo ligado à corrente, é programado, como apresentado na Figura D 24, e é encaixado o manípulo na torneira;



Figura D 24 Programação do *display*

- Posteriormente é montada uma mini caixa e é colocado no seu interior o controlo eletrónico, a roseta num saco de pergaminho e o *set* contra parafuso. Posteriormente a toneira é colocada no posto seguinte, como se vê na Figura D 25;



Figura D 25 Montagem da mini caixa e colocação da torneira no posto seguinte

- O passo seguinte passa por colocar um vedante na tampa e esta é colocada sobre o cartuxo (ver Figura D 26);

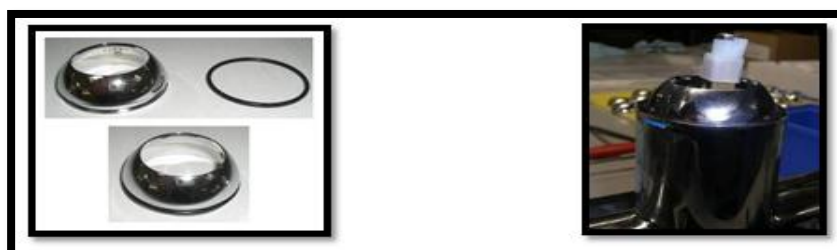


Figura D 26 Colocação do vedante na tampa e da tampa sobre o cartuxo

- Posteriormente é colocada a alavanca, o perno (que é apertado de seguida) e, por último, é colocado o tampão, operações mostradas na Figura D 27;

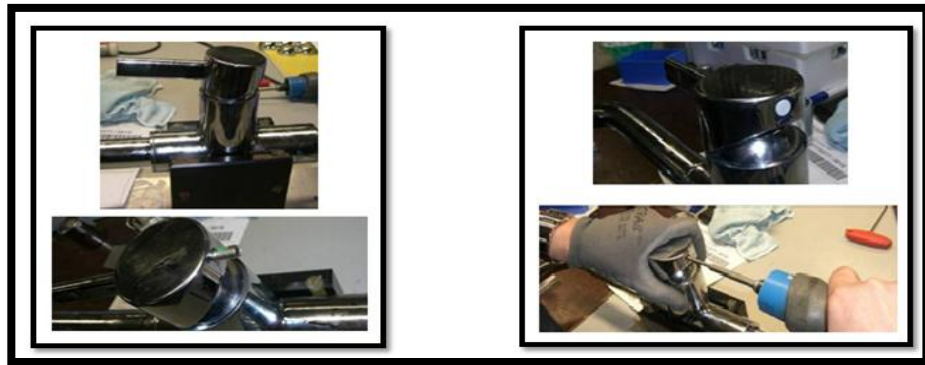


Figura D 27 Colocação da alavanca, do perno, aperto do perno e colocação do tampão

- Posteriormente a torneira é colocada num último suporte. Neste é feita toda a sua limpeza e inspeção final e é colocado um saco na torneira. Após ser efetuada a limpeza da torneira e desta ser colocada num saco, é montada uma caixa onde são colocados dois condicionadores, um conector, uma garrafa, um filtro e a cabeça do filtro, uma inserção, a mini caixa montada anteriormente, a torneira e os TPI, como se mostra na Figura D 28. Por último a caixa é fechada, são colados dois autocolantes redondos e a caixa é colocada na palete.



Figura D 28 Montagem da caixa e embalamento

Anexo E. Estudo de Tempos das Linhas *Red and Blue*

Tabela E 1 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega no corpo, desembrolha-o, inspeção visual e coloca no suporte	OP1	T01
	Carrega nos botões e o corpo é carimbado pela máquina	OP2	T02
	Pega no corpo, coloca-o no suporte	OP3	T03
	Coloca o casquilho e o cartuxo cerâmico e anel roscado		
	Aperta com a máquina		
	Pega no corpo, coloca-o no suporte	OP4	T04
	Pega e coloca o display no interior do corpo enrola o fio		
	Pega no castelo coloca-o no corpo, coloca a banha e aperta-o com a máquina	OP5	T05
	Pega no corpo coloca-o no suporte, pega na cavilha coloca e aperta	OP6	T06
	Pega no tubo 1 coloca cola na rosca e coloca-o no corpo		
	Pega no tubo 2 coloca cola na rosca e coloca-o no corpo		
	Aperta os dois tubos		
	Pega no tubo 3 coloca-o no corpo e coloca o corpo no suporte seguinte	OP7	T07
	Pega na bica, desembrolha-a, faz uma inspeção visual	OP8	T08
	Coloca a bica no suporte, coloca banha e coloca um O'ring		
	Pega na mangueira, coloca um pouco de óleo na ponta	OP9	T09
	Pega no corpo da bica engata a mangueira no corpo da bica		
	Faz a mangueira passar pelo corpo da bica e puxa-a pela saída da mesma		
	Engata o tubo 3 que vem do corpo no corpo da bica		
	Pega no parafuso 1 coloca o O'ring coloca no corpo da bica e aperta-o		
	Pega no parafuso 2 coloca o O'ring coloca no corpo da bica e aperta-o		
	Coloca banha no corpo da bica, pega na bica e encaixa-a no corpo		
	Coloca o freio e prende-o com o aperto da máquina		
	Pega na torneira e coloca-a na zona de testes	OP10	T10
	Carrega nos botões e inicia o primeiro teste	OP11	T11
	Pega no alicate, puxa os tubos e prende-os num pente	OP12	T12
	Coloca óleo nas pontas dos tubos		
	Pega e coloca no conetor do emulsor na ponta dos tubos		
	Encaixa o conetor do emulsor na saída da bica		
	Coloca a mão no castelo e abre-o	OP13	T13
	Carrega nos botões e inicia o segundo teste	OP14	T14
	Pega num encaixe e coloca-o na saída bica	OP15	T15
	Pega os tubos e engata-os nesse mesmo encaixe		
	Carrega nos botões e inicia o terceiro teste	OP16	T16
	Pega na etiqueta azul e coloca-a no tubo	OP17	T17
	Pega na etiqueta vermelha e coloca-a no tubo		
2º OPERADOR	Pega nos tubos e retira-os do encaixe, e retira o encaixe que tapa a saída da bica	OP18	T18
	Pega no emulsor coloca-o aperta-o e solta a mangueira	OP19	T19
	Pega na torneira e coloca-a no posto seguinte	OP20	T20
	Pega no primeiro manípulo Coloca o fio do display no encaixe	OP21	T21
	Coloca o manípulo na torneira		
	Liga o display programa-o e testa-o	OP22	T22
	Desliga o display, pega na torneira e coloca-a no suporte seguinte	OP23	T23
	Pega num O'ring e numa tampa roscada Coloca o O'ring na tampa		
	Pega e coloca a alavanca		
	Pega e coloca o perno, aparafusa-o pega e coloca um tampão		
	Pega na torneira e coloca no posto seguinte		
	Pega num pano e efetua a limpeza e inspeção visual	OP24	T24
	Pega num saco e coloca-o á volta da torneira	OP25	T25
	Pega na mini-caixa e na torneira e coloca-os ambos na caixa		
	Acondiciona os tubos da mangueira		
	Pega na tampa da caixa coloca uma etiqueta e fecha a caixa		
	Pega na caixa e coloca a caixa na palete	OP26	T26
	Pega numa nova caixa, monta-a, coloca 2 condicionadores, o filtro e o conetor	OP27	T27
	Coloca um terceiro condicionador		
	Coloca garrafa, a cabeça do filtro e um 4º condicionador		
	Pega numa mini-caixa e monta-a	OP28	T28
	Coloca no seu interior um contra-parafuso e mais dois componentes dentro de um		

Legenda:
OP - Operação
T- Tempo

Tabela E 2 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 9

Tabela E 3 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 10 a 20

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\Sigma L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} - t_i$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'
							$\Sigma t_i/n$	\bar{t}_i																								
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação da torneira na zona de testes					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						500	100	17,18	4,6%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	17,08	15,11	16,04	17,96	16,71	17,64	16,73	20,21	16,44	16,54	17,41	19,54	16,18	16,35							257,67	17,18				
	2	Primeiro teste					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	11,26	1,0%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	11,60	11,14	10,92	11,31	10,95	11,24	11,15	11,37	11,20	11,46	11,49	11,20	11,48	11,11	11,33						168,93	11,26				
	3	Colocação do conetor do emulsor					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	49,84	8,9%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	43,92	46,68	50,23	45,96	49,85	53,31	69,22	42,42	42,31	38,94	55,54	49,65	61,32	54,32	43,88						747,55	49,84				
	4	Abertura do Castelo					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	1,87	8,0%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	188	176	197	164	126	2,29	153	190	2,31	192	195	187	177	2,11	195						28,12	187				
	5	Segundo teste					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	10,62	1,2%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	10,65	10,92	10,72	10,24	10,93	10,76	10,85	10,47	10,52	10,25	10,49	10,35	10,74	10,83	10,61						169,32	10,62				
	6	Tapar saída da bica					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	14,79	6,4%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
						ti	12,11	15,94	14,31	16,15	12,53	14,90	15,88	14,18	16,31	15,70	18,41	14,53	13,18	14,98	12,70						221,82	14,79				
	7	Terceiro teste					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	21,46	0,5%		
						L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15					
					ti	21,32	21,42	21,54	21,31	21,71	21,40	21,60	21,85	21,64	21,35	21,22	21,48	21,37	21,46	21,27						321,93	21,46					
8	Colocação das etiquetas					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	8,39	6,5%			
					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15						
					ti	7,37	8,00	8,25	7,66	7,44	10,58	9,51	8,14	7,37	9,46	7,87	7,33	9,10	8,54	9,24						125,84	8,39					
9	Destapar a saída da bica					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	11,12	4,8%			
					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15						
					ti	10,07	10,41	10,19	11,31	9,47	12,75	12,10	10,88	11,51	10,67	11,74	10,99	12,88	10,60	11,24						166,80	11,12					
10	Colocação do emulsor					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	16,48	4,4%			
					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15						
					ti	14,34	16,54	17,99	16,71	15,10	13,92	16,97	18,86	16,92	17,74	16,52	15,99	15,93	17,10	16,54						247,16	16,48					
11	Colocação da torneira no posto seguinte					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					500	100	6,41	5,7%			
					L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				15						
					ti	5,97	7,39	5,63	5,63	6,51	7,39	6,50	6,33	5,51	5,67	7,13	6,35	6,88	6,10	7,16						96,16	6,41					
						F	156	322	489	655	816	994	1166	1353	1515	1674	1854	2022	2206	2379	2541					2541						
						t_z	156,3	165,3	167,8	165,9	162,5	176,2	192	166,6	162	158,9	180,9	167,2	184,2	173,3	162,3					2541						
						\bar{t}_z	15	169,4	Σt_z	2541	S_z^2	100,3	S_z	10,02	V em %	5,9%	(δ) =	95%	(α) =	5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	5,5	(ε%)	3,3%	169,4	Σt				
						Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		3,3%		Número de medições adicionais a efectuar =																		

Nº Ident.: AA0000

Folha 6 de 20 Folhas

Tabela E 4 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 21 a 28

GROHE	Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. 4	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'																		
Z2 [V1] - Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Colocação do display no manípulo OP 21					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	49,67	3,2%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					677,38	45,16																						
						ti	43,95	42,96	43,18	44,39	46,55	44,73	53,53	47,74	44,95	44,33	43,90	43,75	45,11	43,79	44,54					15																								
	2	Programação do display OP 22					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	47,47	2,1%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					647,28	43,15																						
						ti	46,64	44,40	42,08	41,08	43,67	40,42	43,44	45,32	43,83	44,22	43,65	41,26	41,99	42,31	42,99					15																								
	3	Colocação da alavanca e restantes materiais OP 23					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	58,18	7,1%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					793,36	52,89																						
						ti	56,54	46,67	50,18	63,68	43,82	43,93	64,82	49,32	51,42	55,21	47,69	61,26	49,32	57,94	51,66					15																								
	4	Limpeza e inspeção visual OP 24					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	64,73	3,6%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					882,70	58,85																						
						ti	53,66	52,69	64,43	65,43	57,87	58,96	56,16	58,44	57,32	61,33	58,65	60,23	59,85	63,49	54,21					15																								
	5	Colocação da torneira e da minicaixa na caixa final OP 25					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	54,05	3,3%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					737,10	49,14																						
						ti	54,90	50,17	49,64	47,86	50,29	45,90	47,10	47,94	44,51	54,20	49,55	48,12	50,15	45,65	51,12					15																								
	6	Colocação da caixa na paleta OP 26					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	7,21	2,8%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					98,25	6,55																						
						ti	6,10	6,46	6,48	5,82	6,90	6,35	6,98	6,47	6,46	6,82	6,71	6,75	6,42	6,51	7,02					15																								
	7	Montagem de uma nova caixa e colocação dos componentes e acondicionadores OP 27					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	64,42	3,0%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					878,48	58,57																						
						ti	55,23	55,67	64,70	60,73	58,65	63,64	55,06	54,16	56,79	57,85	59,21	61,25	60,36	59,49	55,68					15																								
	8	Montagem de uma nova minicaixa OP 28					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1650	10	20,24	5,1%																				
						L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					276,01	18,40																						
						ti	19,42	17,32	16,41	21,28	20,46	20,06	19,97	18,75	19,36	18,55	17,68	16,61	16,36	17,55	17,24					15																								
	9																																																	
						L																																												
						ti																																												
	10																																																	
						L																																												
						ti																																												
	11																																																	
						L																																												
						ti																																												
Estatística	n	$\sum z^2$	1661637	t_z	336,4	316,3	337,1	350,3	328,2	324	347,1	328,1	324,6	342,5	327	338,2	329,5	336,6	324,5								4991	$\sum t_i$	366,0	$\sum t$																				
																															15	\bar{t}_z	332,7	$\sum t_z$	4991	s_z^2	89,2	s_z	9,45	V em %	2,8%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,14	(ε)	5,2	(ε%)	1,6%	332,7
Erro amostral tolerado (ε%) ≤				5%		Erro amostral Obtido (ε%) =				1,6%		Número de medições adicionais a efectuar =																																						

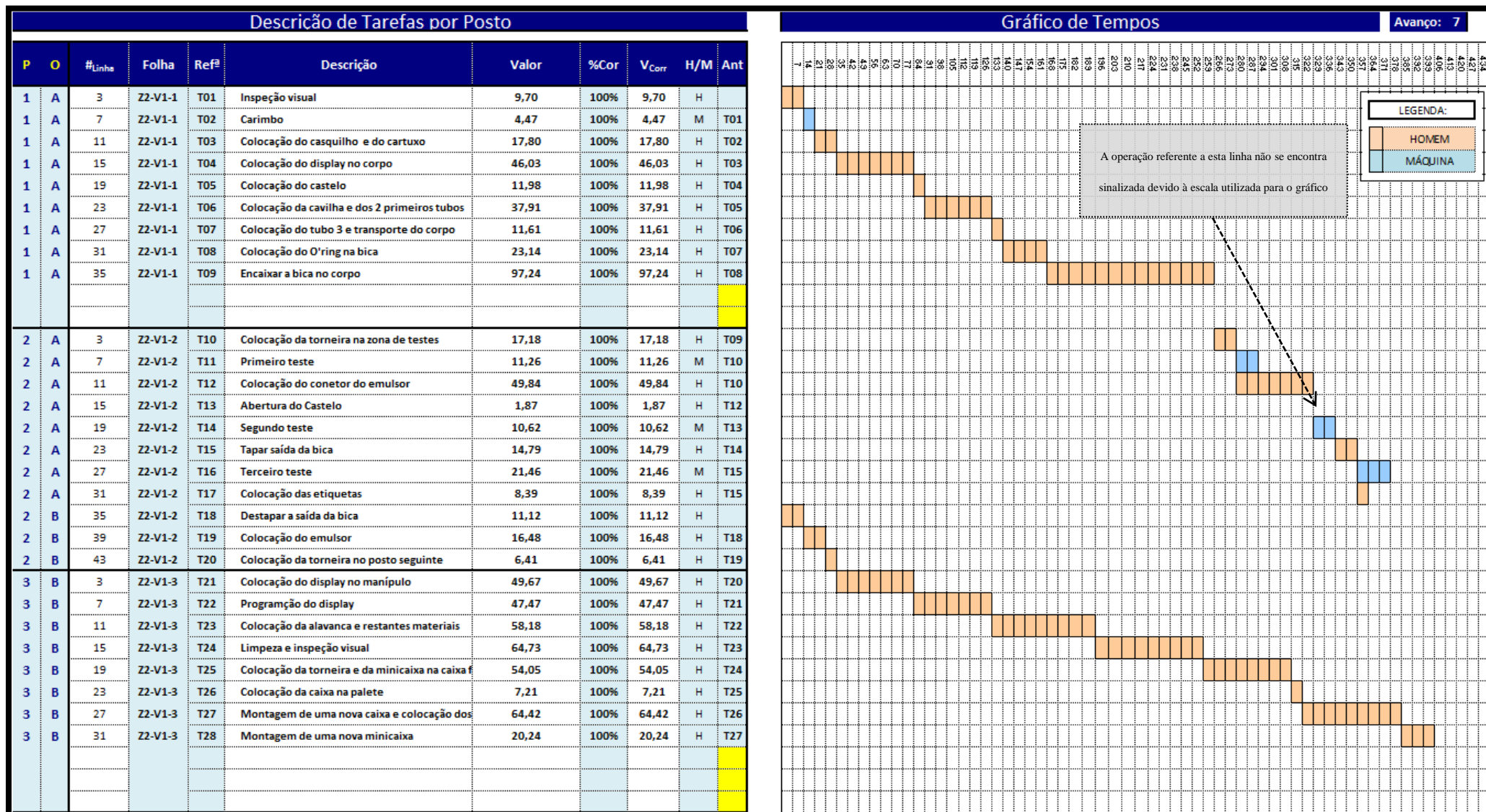
Tabela E 5 Valores referentes a cada operação na montagem da torneira

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	
	Média	9,7032	4,47413	17,7997	46,0288	11,9846	37,9144	11,6143	23,1381	97,2394	259,897
	Σx_i^2	1419,88	300,586	4799,08	31914,2	2192,75	21833	2026,64	8078,27	142407	1013933
	Σx_i	145,548	67,112	266,995	690,432	179,769	568,716	174,214	347,072	1458,59	3898,45
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	21184,2	4504,02	71286,3	476696	32316,9	323438	30350,5	120459	2127488	1,5E+07
	$(\Sigma x)^2/n$	1412,28	300,268	4752,42	31779,8	2154,46	21562,5	2023,37	8030,6	141833	1013194
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s ²	0,54244	0,02269	3,3327	9,6004	2,73537	19,3202	0,23349	3,40526	41,0393	52,8355
	s	0,7365	0,15065	1,82557	3,09845	1,6539	4,39548	0,48321	1,84533	6,40619	7,2688
	V	7,6%	3,4%	10,3%	6,7%	13,8%	11,6%	4,2%	8,0%	6,6%	2,8%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,40786	0,08343	1,01097	1,71587	0,9159	2,43413	0,26759	1,02191	3,54763	4,02533
10%	ERRO (%)	4,20%	1,86%	5,68%	3,73%	7,64%	6,42%	2,30%	4,42%	3,65%	5%
	n' =										

		T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
	Média	17,1781	11,2621	49,8367	1,87493	10,6215	14,7882	21,462	8,38933	11,1199	16,4774	6,41053	169,421
	Σx_i^2	4454,2	1903,06	38153,7	53,753	1692,98	3321,01	6909,7	1069,34	1867,79	4096,53	622,537	431955
	Σx_i	257,671	168,931	747,55	28,124	159,323	221,823	321,93	125,84	166,798	247,161	96,158	2541,31
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	66394,3	28537,7	558831	790,959	25383,8	49205,4	103639	15835,7	27821,6	61088,6	9246,36	6458251
	$(\Sigma x)^2/n$	4426,29	1902,51	37255,4	52,7306	1692,25	3280,36	6909,26	1055,71	1854,77	4072,57	616,424	430550
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s ²	1,99347	0,03887	64,1616	0,07303	0,0518	2,90319	0,03117	0,97348	0,92984	1,71112	0,43662	100,32
	s	1,4119	0,19716	8,01009	0,27023	0,2276	1,70388	0,17655	0,98665	0,96428	1,3081	0,66077	10,016
	V	8,22%	1,75%	16,07%	14,41%	2,14%	11,52%	0,82%	11,76%	8,67%	7,94%	10,31%	5,9%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	0,78189	0,10918	4,43584	0,14965	0,12604	0,94357	0,09777	0,54639	0,534	0,7244	0,36592	5,54666
10%	ERRO (%)	4,55%	0,97%	8,90%	7,98%	1,19%	6,38%	0,46%	6,51%	4,80%	4,40%	5,71%	3,27%
	n' =												

		T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	
	Média	45,1589	43,1518	52,8909	58,8469	49,1401	6,55013	58,5654	18,4007	332,705
	Σx_i^2	30686,2	27970,4	42598,7	52146,5	36340,1	645,068	51591,4	5118,32	1661637
	Σx_i	677,384	647,277	793,364	882,703	737,101	98,252	878,481	276,011	4990,57
	n=	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	$(\Sigma x_i)^2$	458849	418968	629426	779165	543318	9653,46	771729	76182,1	2,5E+07
	$(\Sigma x)^2/n$	30589,9	27931,2	41961,8	51944,3	36221,2	643,564	51448,6	5078,8	1660388
	n-1=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1/(n-1)	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143	0,07143
	s ²	6,87328	2,8002	45,492	14,4402	8,49592	0,10747	10,2034	2,82245	89,2103
	s	2,62169	1,67338	6,74478	3,80003	2,91478	0,32783	3,19427	1,68002	9,44512
	V	5,8%	3,9%	12,8%	6,5%	5,9%	5,0%	5,5%	9,1%	2,8%
	f=	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479	2,14479
E	ERRO	1,45185	0,92669	3,73513	2,10439	1,61415	0,18154	1,76893	0,93036	5,23053
10%	ERRO (%)	3,21%	2,15%	7,06%	3,58%	3,28%	2,77%	3,02%	5,06%	1,57%
	n' =									

Tabela E 6 Descrição das tarefas por posto e gráfico de tempos



Anexo F. Estudo de Tempos da Linha dos Cartuxos Termostáticos

Tabela F 1 Divisão das operações

1º OPERADOR	Pega na corrediça e coloca 2 O'rings e pousa na bancada	OP1	T01
	Pega no termoelemento e coloca 1 O'ring e pousa na bancada	OP2	T02
	Pega no termoelemento coloca-o na máquina	OP3	T03
	Pega na corrediça e coloca-a		
	Pega em duas anilhas, coloca-as e puxa a alavanca da máquina		
	Coloca o cone		
	Coloca 1 O'ring e tira o cone		
	Pega no termoelemento montado e pousa-o na bancada		
	Pega no termoelemento montado e num cabeçote encaixa-os e coloca-os no suporte	OP4	T04
	Pega no casquilho e coloca-o	OP5	T05
	Pega na mola e coloca-a	OP6	T06
	Pega na base inferior e coloca-a	OP7	T07
	Tira o cartuxo anterior da máquina e coloca o novo	OP8	T08
	Carrega no botão para iniciar a máquina	OP9	T09
2º OPERADOR	Pega na subcarga passa numa banha e coloca-a no aperto	OP10	T10
	Pega no regulador e coloca por cima		
	Pega num vedante e coloca por cima		
	Pega no cartuxo e coloca 3 O'rings	OP11	T11
	Coloca um anel de rede de aço		
	Coloca mais 2 O'rings		
	Pousa no suporte		
	Pega no anel exterior, no regulador e no calço e coloca-os no cartuxo	OP12	T12
	Pega no novo cartuxo	OP13	T13
	Tira o cartuxo anterior e pousa-o na bancada		
	Coloca o novo cartuxo		
	Carrega nos botões e inicia o Teste de água	OP14	T14
	Pega no cartuxo coloca 1 O'ring e 1 anel de rede de aço	OP15	T15
	Pousa o cartuxo na bancada		
	Pega no cartuxo e pousa-o no cesto	OP16	T16

Legenda:

OP - Operação

T- Tempo

Tabela F 2 Tempos recolhidos e respetivos fatores de ritmo das operações 1 a 9

GROHE		Nº	Fase do processo e ponto de medição	Qde ref. a	Variável	Valor medido	Ciclo mz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum L/n$	\bar{L}	$t = \frac{\bar{L}}{100} \cdot \frac{1}{t_i}$	Tipo de Tempo	(ε%)	N'				
																												$\sum t_i/n$	\bar{t}								
Z2[V1]- Formulário para cronometragens de tempos repetitivos	1	Coloca 2 O'rings na corredeira OP1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	3,94		7,0%					
	2	Coloca 1 O'ring no termoelemento OP2							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	2,77		7,6%					
	3	Montagem no termoelemento OP3							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	6,52		3,9%					
	4	Encaixa o cabecote OP4							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	3,54		7,2%					
	5	Coloca o casquilho OP5							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	1,26		1,7%					
	6	Coloca a mola OP6							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	1,42		3,7%					
	7	Coloca base inferior OP7							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	1,59		6,5%					
	8	Tira o cartucho anterior da máquina de soldar e coloca o novo OP8							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1980	10	2,62		4,9%					
	9	Máquina de soldar OP9							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1900	100	18,76		3,5%					
	10																																				
	11																																				
Nº Ident.: AA0000 Folha 3 de 19 Folhas		Estatística		n	$\sum t_z^2$	29214	t_z	38,71	40,86	40,17	39,82	42,79	39,52	39,07	39,54	41,1	40,45	42,06	37,75	38,06	41,82	42,53	39,428	41,85	39,14			725	$\sum t_i$	42,4	$\sum t$						
		18	\bar{t}_z	40,3	$\sum t_z$	725	S_z^2	2,3	S_z	1,52	V em %	3,8%	(δ) = 95%	(α) = 5%	$t_{(a/2;n-1)}$	2,11	(ε)	0,8	(ε%)	1,9%	40,3																
		Erro amostral tolerado (ε%) ≤		5%		Erro amostral Obtido (ε%) =		1,9%		Número de medições adicionais a efectuar =																											

Tabela F 3 Tempos recolhidos e respectivos fatores de ritmo das operações 10 a 16

[illegible]

Tabela F 4 Valores referentes a cada operação na montagem do cartuxo termostático

		T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	
	Média	3,58	2,52	5,93	3,22	1,15	1,29	1,44	2,38	18,76	40,2598
	Σx_i^2	235	116	636	190	24	30	38	103	6363	29214,3
	Σx_i	64,4	45,3	106,7	57,9	20,6	23,3	26	42,9	337,6	724,676
	n=	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	$(\Sigma x_i)^2$	4147	2051	11384	3352	426	542	674	1839	113997	525155
	$(\Sigma x)^2/n$	230	114	632	186	24	30	37	102	6333	29175,3
	n-1=	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	1/(n-1)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05882
	S^2	0,25	0,15	0,21	0,22	0	0,01	0,04	0,05	1,77	2,29744
	s	0,5	0,38	0,46	0,47	0,04	0,1	0,19	0,23	1,33	1,51573
	V	14,0%	15,2%	7,8%	14,5%	3,5%	7,5%	13,0%	9,8%	7,1%	3,8%
	f=	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,10982
E	ERRO	0,249	0,19	0,23	0,232	0,02	0,048	0,093	0,116	0,662	0,75375
10%	ERRO (%)	6,97%	7,57%	3,88%	7,23%	1,72%	3,71%	6,47%	4,86%	3,53%	1,87%
	n' =										

		T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
	Média	3,51372	8,44478	6,41494	2,33489	31,9554	3,99128	0,59339	57,2587
	Σx_i^2	223,3	1294,61	752,107	99,7753	18394,6	293,338	7,98	59056
	Σx_i	63,247	152,006	115,469	42,028	575,198	71,843	13,0545	1030,66
	n=	18	18	18	18	18	18	22	18
	$(\Sigma x_i)^2$	4000,18	23105,8	13333,1	1766,35	330853	5161,42	170,42	1062252
	$(\Sigma x)^2/n$	222,232	1283,66	740,727	98,1307	18380,7	286,745	7,74636	59014
	n-1=	17	17	17	17	17	17	21	17
	1/(n-1)	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,05882	0,04762	0,05882
	S^2	0,06281	0,64434	0,66941	0,09674	0,81613	0,38782	0,01113	2,46842
	s	0,25062	0,80271	0,81817	0,31103	0,9034	0,62275	0,10548	1,57112
	V	7,13%	9,51%	12,75%	13,32%	2,83%	15,60%	17,78%	2,7%
	f=	17	17	17	17	17	17	21	17
	1- α	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	α	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	Tinv	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,10982	2,07961	2,10982
E	ERRO	0,12463	0,39918	0,40687	0,15467	0,44925	0,30969	0,04677	0,7813
10%	ERRO (%)	3,55%	4,73%	6,34%	6,62%	1,41%	7,76%	7,88%	1,36%
	n' =								

Tabela F 5 Descrição das tarefas por posto e gráfico dos tempos

